

09/089601

PCT/JP00/00700

日 本 国 特 許 庁

PATENT OFFICE
JAPANESE GOVERNMENT

28.09.00

EU

JP00/6700

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日
Date of Application:

1999年 9月30日

REC'D 17 NOV 2000

出 願 番 号
Application Number:

平成11年特許願第377473号

WIPO PCT

出 願 人
Applicant(s):

江藤 剛治

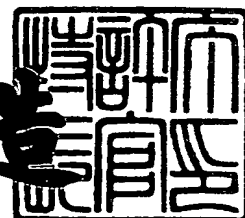
PRIORITY
DOCUMENT

SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)

2000年11月 6日

特許庁長官
Commissioner,
Patent Office

及川耕造



出証番号 出証特2000-3090041

【書類名】 特許願

【整理番号】 ISIS-0001

【提出日】 平成11年 9月30日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 H04N 9/00

【発明の名称】 超高速撮影用撮像素子

【請求項の数】 4

【発明者】

 【住所又は居所】 大阪府箕面市栗生間谷東7丁目21番2号

 【氏名】 江藤 剛治

【特許出願人】

 【識別番号】 591128888

 【住所又は居所】 大阪府箕面市栗生間谷東7丁目21番2号

 【氏名又は名称】 江藤 剛治

【提出物件の目録】

 【物件名】 明細書 1

 【物件名】 図面 1

 【物件名】 要約書 1

【書類名】 明細書

【発明の名称】 超高速撮影用撮像素子

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 撮像面が電磁波もしくは電子流を遮断する遮光膜で覆われており、この遮光膜に電磁波もしくは電子流を通す複数の窓が開いており、窓部分の電荷転送電極の幅が遮光膜で覆われている部分の電荷転送電極の幅より大きいことを特徴とするフレームトランスファー CCD 型撮像素子。

【請求項 2】 窓部分の電極の少なくとも一つの上辺もしくは下辺、またはその両方が、転送路の中心軸を結ぶ線に対して直角でないことを特徴とするフレームトランスファー CCD 型撮像素子。

【請求項 3】 遮光膜に開いた窓の数だけ、撮影中に画像信号を自動的に排出する画像信号排出手段を備えており、遮光膜が導電材料からなり、撮影開始および撮影終了時にのみ遮光膜の電圧を変化させる手段を備えていることを特徴とする請求項 1 または 2 の撮像素子。

【請求項 4】 請求項 1，2 または 3 のいずれか 1 個、もしくは複数の撮像素子を備えることを特徴とする撮影装置

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】

材料の破壊や爆発、高速流のような高速運動の連続撮影が可能となる。

【0002】

【既存の技術】

通常の固体撮像素子による撮影速度は、撮像素子から撮像素子外に画像情報を読み出す読み出し線の情報転送能力で制限される。正確に言えばその前段階のアウトプット回路と後段の A/D コンバータの情報処理能力、すなわちサンプリング・レートで制限される。現在使われている撮像素子の標準的な最大サンプリング・レートは 8 ビット変換で 25 メガヘルツ（25,000,000 画素/秒）程度である。例えば撮像面の上に配置された 10 万もしくは 100 万の画素の画像情報を 1 本の読み出し線を通して読み出すとき、撮影速度の上限は 250 枚/秒

(25,000,000/100,000)もしくは25枚/秒(25,000,000/1,000,000)となる。

【0003】

より高速化するために以下の2つの方法が使われてきた。

【0004】

一つは読み出し回路、読み出し線、ADコンバータの組の数をできる限り増やす方法であり並列読み出し型素子と呼ばれる。1991年に本発明の発明者が開発した16本の読み出し線を持つ撮像素子を備えたビデオカメラは 256×256 の画素数に対して撮影速度は4,500枚/秒であり、現在でも世界最高速のビデオカメラの一つである(例えば、江藤剛治:4500枚/秒の高速ビデオカメラ、テレビジョン学会誌, Vol. 46, No. 5, 543-549頁, 1992年, 参照)。

【0005】

他の一つは、各画素の周辺に各画素ごとに多数の画像情報が蓄積できる領域を設け、撮影中は画像情報を撮像素子外に読み出すことなく、撮像素子内に連続的に蓄積し、撮影終了後にゆっくり撮像素子外に読み出す方式である。この方式の撮像素子を、本発明の発明者は画素周辺記録型撮像素子(In-situ Storage Image Sensor, 省略してISIS)と呼んでおり、これが国際的な呼称として定着しつつある。ISISでは全画素並列で画像情報を記録するので、究極の超高速連続撮影が可能になる。例えば 256×256 画素の場合は65,536(256×256)並列処理で画像情報を記録することになり、16並列読み出し等と比べて桁違いに早い撮影が可能になる。

【0006】

ISISについても、本発明の発明者らにより、いくつかの撮像素子が開発もしくは提案されてきた(例えば、Takeharu ETOH他3名: An improved design of an ISIS for a video camera of 1,000,000 pps, Proceedings of High-Speed Imaging and Sequence Analysis, SPIE Vol. 3642, 127-132頁, 199

9年、参照)。これらの多くは画像情報蓄積手段としてCCD(電荷結合素子)を用いている。通常のCCD型撮像素子は図1に示すように、インターラントランスファーCCD型撮像素子10(以後通常の略号を用いてIT-CCDと呼ぶ)と図2に示すフレームトランスファーCCD型撮像素子11(通常の略号はFT-CCD)に大別される。

【0007】

IT-CCDでは、光を電荷に変換する光電変換部12(通常フォトダイオードが使われる)とCCDで構成される電荷転送路13(蓄積部)とを別々に水平面上に配置している。電荷転送路は遮光膜で光が当たらないように遮光している。フォトダイオードと転送路の間にインプットゲート14を設けて、入射光強度に応じてフォトダイオードで発生した電荷をインプットゲートを通じて転送路に移すようにしている。遮光部の分だけ開口率(遮光されていない受光部の面積比)が小さくなるので、受光部の上部にマイクロレンズを付けて実質開口率を大きくしている。

【0008】

FT-CCDでは、撮像面15上では転送路が光電変換部を兼ねており、転送路の上部に透明電極を付けて、透明電極を通過して光電変換部に入射した光により発生した電荷を、透明電極にかけた電圧を変えることにより転送する構造としている。ただし転送中も光が入射し電荷が発生し続けるので、撮像面15の下部に1フレーム分の遮光されたCCDからなる画像情報保存領域16を設け、ある時間露光した後は、非常に早い速度で1フレーム分の画像情報を保存領域に移し、次の露光中にゆっくり撮像素子外に読み出す構造としている。従って全ての構造が単純なCCDで構成される。また転送路上も光が入射するので開口率は大きい。したがってマイクロレンズも不要である。

【0009】

このようにインプット・ゲートやマイクロレンズが無いだけFT-CCDの方がIT-CCDより構造が簡単で、初期のCCDはFT型で作られた。

【0010】

ただしFT-CCDでは、透明電極を通して入射する光をとらえるので、透明

電極に吸収されやすい波長帯の光に対する感度が落ちる。通常透明電極はポリシリコンで作られ、いかに薄くしても、波長の短い青い光の吸収が大きくなる。また電荷転送中も光を受けるので、明るい光の部分が縦の線状に伸びて写る、いわゆるスミアが大きくなる。あるいは転送中に光の入射を遮断するために、別途機械的もしくは電氣的な高速シャッターを撮像素子の前面に設ける等の工夫が必要となる。IT-CCDではこれらの問題点が大きく改善されるので、最近のCCD型撮像素子の多くはIT-CCDか、さらにそれを改善したタイプが用いられている。

【0011】

ISISについても、CCD型撮像素子技術の開拓者の一人であるKosonockyが1996年に開発したもの（図3、例えば、F. W. Kosonocky他：360×360-element very-high frame-rate burst-image sensor, Digest of Technical Papers, ISSCC96, 182-183頁, 1996年, 参照）も、本発明者のこれまでの提案（図4, 図5, 例えば, 江藤剛治他3名の上記の文献参照）も全てIT-CCDを基本としている。すなわち各画素が大型のフォトダイオードを持ち、その横に小さな多数の電荷蓄積要素を持つCCD型の記録部を持ち、その間をインプットゲートでつないでいる。

【0012】

一方図6のように基本構造としてFT-CCDを使うこともできる。図6では図2のFT-CCDの受光面全面を遮光膜17で覆い、この遮光膜に少しずつずらして光が通る窓18を開けている。窓より下部のCCD要素19ないし33は遮光膜で覆われているので画像情報蓄積部として使うことができる。

【0013】

すなわち、窓18で発生した最初の画像情報（電荷）は、まず窓の直下のCCD要素19に蓄積される。次にこの第1画像情報が1段下のCCD要素20に転送されると同時に、第2画像の画像情報が各窓の直下のCCD要素19に蓄積される。こうして図の例では、連続15枚分の画像情報が蓄積される。ここで撮像素子前面のシャッターを閉じ、あとは通常のFT-CCD型撮像素子と同様に画

像情報を逐次垂直方向に転送し、さらに受光面外に設けられた水平CCDを通して読み出し回路から蓄積された画像情報を逐次ゆっくり読み出すことができる。

【0014】

図6に示すFT-CCDを基本構造にする場合は、図3ないし図5に示すIT-CCDを基本構造にする場合に比べて十分簡単な構造になる。多少使いやすさは悪くなっても、簡単な構造には、製造コストが安くなる、構造の複雑化によるノイズの発生が小さい等の大きな利点がある。

【0015】

図6では窓の開き方が少しずつずれて正方ます目状になっていない。さらに少し工夫して図7のように窓をあける。これを4:1の勾配で斜めにすると、窓の配置を正方配置にすることができる。この場合CCDを設計する基本軸36と、窓の中心を結ぶ画素配置の直交軸37が4:1の勾配で斜めに交差している。このことにより、直交画素配置のISISを容易に実現できる。これも本発明の発明者による発明の一つである（特願平10-268010）。

【0016】

高速撮影では現象の生起と撮影のタイミングを合わせることが難しい。図6の例では連続15枚の画像を撮影することができるが、これを例えば(1/100万)秒間隔で撮影すると撮影は(15/100万)秒で終了する。100万分の15秒タイミングがずれただけで撮影したい現象を全く撮影できない。

【0017】

この問題を解決する手段の一つとして、連続上書き撮影が導入されている。これは対象とする現象が生起する前に連続上書き撮影を開始し、現象が生起したことを確認した直後に連続上書き撮影を終了し、過去に遡って記録されている画像情報を読み出す方法である。現象の生起を予測して、その直前に撮影を開始することと、現象の生起を確認した後撮影を終了することを比べると、後者の方が格段に容易である。

【0018】

これを実現するには図7に示すように各窓の直上にドレーン38を設ければよい。ただしこのドレーンは撮影中は機能するようにし、撮影終了後の読み出し時

には機能しないようにする。

【 0 0 1 9 】

通常の CCD ではドレーンには大別して 2 種の目的がある。一つは過剰な入射光に対して発生した過剰電荷が周囲の画素にあふれ出るブルーミング現象を防ぐために、過剰電荷が自動的に素子外にあふれ出るようにするオーバーフロードドレーン機能である。他の一つは、電荷転送 1 段ごとに一旦たまった電荷を一斉に撮像素子外に排出する電荷一斉排出機能であり、電子シャッターや、強い光の部分が白く尾をひくスミア現象のうち、フォトダイオードから CCD 転送路への電荷の不完全転送が原因のスミアの防止等に使われる。

【 0 0 2 0 】

ISIS ではさらにこれらに連続上書き用ドレーンを追加すればよい。連続上書き用ドレーンは構造的には電荷一斉排出ドレーンの 1 種である。ただし、電子シャッターやスミア防止の場合は電荷転送 1 ステップごとに機能させるのに対し、ISIS における連続上書き用ドレーンでは撮影開始直前にオンし、撮影中はそのまま撮影終了直後にオフさせる。

【 0 0 2 1 】

ISIS ではこれらのドレーン機能も非常に重要であるので、ドレーンに関する既存の技術について具体的に説明する。

【 0 0 2 2 】

ドレーンの構造には鉛直ドレーン構造と水平ドレーン構造がある。

【 0 0 2 3 】

FT-CCD の鉛直ドレーンでは、遮光されたフレーム蓄積部分の最上段の CCD 要素 (図 2 の 3 9) の上部に電極を乗せ、これに強い電圧をかけて電荷を CCD 転送路の鉛直下方に送り、撮像素子のチップの裏面に抜く。1 フレーム分を単に撮像面内で垂直下方に一斉に転送するために必要な時間は電荷蓄積時間、すなわち 1 フレーム全部の読み出し時間に比べて十分短い。読み出し時間が長いのは、フレーム転送後、蓄積部分から 1 画素ずつ読み出すからである。したがって、受光面の下辺に 1 行のドレーンを入れておけば、ほぼ一斉に電荷を排出することができる。

【0 0 2 4】

I T - C C D の鉛直ドレーンでは裏面に強い負の電圧をかけ、各フォトダイオードの下面に作った電位障壁の弱い部分から裏面に電荷を抜く。

【0 0 2 5】

水平ドレーンでは、転送路やフォトダイオードのとなりにドレーンを設け、その間電位障壁を設けて通常はドレーンの方に電荷が流出しないようにしておく。電位障壁の上部に設けた電極に電圧をかけると、電位障壁が下がり、電荷が側方のドレーンに排出される。ドレーンからは上部にはわせた電線から、もしくはドレーン直下の電位障壁の弱い部分を通じてチップ裏面からチップ外に電荷を排出する。

【0 0 2 6】

ドレーン電極にかける強い電圧を適当なタイミングでオン・オフすると、電子シャッターとして使える。

【0 0 2 7】

ドレーンと転送路もしくはフォトダイオードの間の電位障壁を適当な高さに設定しておく、転送路もしくはフォトダイオードで過剰な電荷が発生したとき、過剰な電荷は自動的にドレーンの方に流出する。これをオーバーフロー・ドレーンと呼び、ブルーミングコントロール等に使う。

【0 0 2 8】

図 7 に示すように各窓 1 8 の直上の C C D 要素 3 8 にドレーンを付けると、撮影中は常時 1 6 ステップ前に撮影された画像情報はドレーンから連続的に撮像素子外に排出され、常に最新の 1 5 枚分の画像情報が C C D 蓄積要素 4 0 ないし 5 4 上に記録されることになる。

【0 0 2 9】

撮影終了後は撮像素子の前面に設けたシャッターを閉じ、ドレーン電圧を解除し、ドレーン機能が働かないようにしてから、通常の C C D 操作で素子内に保存されている画像情報を撮像素子の外部に読み出す。

【0 0 3 0】

ここで注意することは、連続上書き撮影用のドレーンについては、撮影中はド

レーン機能がずっと働いたままであり、撮影終了後はドレーン機能が働かないようになったままであることである。すなわちドレーン機能をオン・オフするための電極と、オン・オフするための電圧を送るための送電手段が新たに必要になるが、オン・オフ操作は撮影中には行われず、その直前と直後にのみ行われる。

【0031】

通常は電極に送る電圧操作のために、撮像素子表面に一層の金属線もしくはポリシリコン線を配置することが必要になる。この線を通じてドレーン電極に電圧をかけると、電荷はドレーンを通じて、撮像素子の裏面から排出される。撮像素子上に電極を作るための導電膜の数は少ないほど設計、製造が容易であるので、一層の線を追加することは大きな負担となる。

【0032】

鉛直ドレーンでは通常チップ裏面から電圧をかけるので、チップ表面上に新たな配線を必要としない。しかし電子シャッター用の電荷一斉排出、オーバーフロー、連続上書きの3目的のドレーンは、それぞれの操作や設置位置が異なるので、3機能全てをチップ裏面にかける電圧のオン・オフや電圧レベルの制御だけで実現するには高度の技術を必要とする。チップ裏面からだけでなく、上面からも鉛直ドレーン制御電圧を送ることができれば、これらの組み合わせ制御が格段に容易になる。

【0033】

【解決すべき課題】

本発明ではFT-CCDを基本とし、簡単な構造で超高速連続撮影を可能とする撮像素子を提供する。

【0034】

図6の撮像素子の最大の問題点は、開回率が小さくなることである。図6の場合の開口率は $1/16$ すなわち6.25%しかない。さらに例えば図6の構造で連続画像枚数を100枚にすると、開口率はわずかに1% ($1/100$) となる。

【0035】

これに対する一つの解決法は、図8に示すように窓55を縦長にすることであ

る。これにより以下の2つの問題点が生じる。

【0036】

図8の例では、CCD要素56ないし59が窓になっているが、露光時間内にこの4つの要素で発生した電荷を全て、遮光された画像情報蓄積部のCCD要素60ないし71に送ってはじめて、画像情報が保存される。すなわち1回の保存にCCD要素4個分を転送する必要がある、1個の画像情報を蓄積するのにCCD要素4個を必要とする。

【0037】

すなわち、第1に転送速度が図6の場合に比べて1/4に落ちる。また蓄積可能な画像の枚数が1/4に減少する。

【0038】

以上の課題を解決するために、図9に示すように窓部分を長い1個のCCD要素72とし、大きなピッチで画像情報を転送する方法が考えられる。しかしCCD要素の長さをあまり大きくすると、電荷の転送に問題が生じる。

【0039】

すなわち、図10に示すように通常のCCDでは、隣り合う電極73、74、75に3段階の電圧をかけても、CCD転送路内の電位分布は理想的な階段状の電位分布76とはならず、階段の角の部分が緩やかに曲がった電位分布77となる。この緩やかに曲がる効果を電界フリンジ効果と呼んでいる。これにより転送方向に電位勾配が生じるので、フラットな部分が長い理想的階段状分布76に比べて、はるかに転送速度が大きくなる。

【0040】

図9のように極端に長いCCD要素では電位勾配の中に長いフラットな部分ができ、その中で電荷が移動するための時間が大きくなり、転送速度が落ちる。設計条件や製作条件によっては、その間に電荷の転送方向に向かって負の電位勾配が生じ、電荷がトラップされる場所、すなわち電位のポケットが生じる可能性もある。

【0041】

図10の場合には何らかの原因で小さな電位のポケットが生じて電界フリ

ジ効果で解消される。CCDピッチがあまり大きくなると電界フリンジが機能する長さが相対的に短くなり、このような効果が期待できなくなる。

【0042】

最後に通常のドレーンに加えて、連続上書きのためのドレーンをいかに簡単な構造で新たに追加するかという課題がある。連続上書き用のドレーンをオン・オフするには、チップ裏面電圧だけでなく、チップ上面からもドレーン制御電圧を送ることができれば、ドレーン全体の組み合わせ設計と操作が容易になる。

【0043】

【課題を解決する方法】

撮像面が電磁波もしくは電子流を遮断する遮光膜で覆われており、この遮光膜に電磁波もしくは電子流を通す複数の窓が開いており、窓部分の電荷転送電極の幅が遮光膜で覆われている部分の電荷転送電極の幅より大きいことを特徴とするフレームトランスファーCCD型撮像素子により、

【0044】

インターライントランスファー型に比べて基本構造が簡単になるとともに、CCD遮光部の転送電極の幅に対する窓部分の転送電極の幅の比に比例して開口率が大きくなり、また大きなピッチで電荷を転送することができ、窓部分での転送速度すなわち撮影速度が大きくなる。また窓部分でのCCD要素の数が転送電極の幅の比に逆比例して減るので、1つの画像を蓄積するために必要なCCD要素の数が小さくなる。それに逆比例して素子内に蓄積可能な画像の枚数が大きくなる。すなわち基本構造が簡単で、開口率が比較的大きく、より高速で撮影でき、かつ連続撮影枚数が比較的大きい撮像素子を提供する。

【0045】

同時に、窓部分の電極の少なくとも一つの上辺もしくは下辺、またはその両方が、転送路の中心軸を結ぶ線に対して直角でないことにより、辺長が長くなり、それだけ電界フリンジ効果が生じる面積が大きくなるので、転送速度を上げると同時に、転送路内に電位のポケットが生じることを防ぐことができる。

【0046】

これらの辺がくさび形、波形、櫛の歯形等であれば、辺長は非常に大きくなり

，電界フリッジ効果が生じる面積をより大きくすることができる。

【0047】

さらに、遮光膜に開いた窓の数だけ、撮影中に画像信号を自動的に排出する画像信号排出手段を備えており、遮光膜が導電材料からなり、撮影開始および撮影終了時にのみ遮光膜の電圧を変化させる手段を備えていることにより、遮光膜をドレーン電圧制御用導電膜として利用することができ、新たな導電膜の導入を避けることができる。

【0048】

すなわち、遮光膜の面積は非常に大きく、電気容量が大きいのでこれに電子シャッター用のように急激に変化する電圧をかけることは難しいこと、また遮光膜は撮像面の全面を覆っているので、撮影中に転送1ステップごとに急激に変化する電圧をかけると、画質に影響を与える可能性があるため、通常は送電膜としては使わない。しかし、連続上書き用ドレーンについては、撮影中は常にオンであり、撮影終了直後に読み出しのためにオフとする。このオン・オフ操作は、撮影中の電荷転送電極の操作に比べてはるかに遅くて良い。また撮影中はオンのままなので、オン・オフ時の電圧変化による画質への影響はない。したがって遮光膜を連続上書きのためのドレーン電圧送電用導電膜として利用でき、新たな導電膜を追加する必要がないので、より簡単な構造で3種のドレーンの組み合わせを実現できる。

【0049】

上記の特徴を持つ撮像素子のいずれか1個、もしくは複数の撮像素子を備えることを特徴とする撮影装置により、超高速で高機能の連続撮影が可能となる。

【0050】

(第1実施形態)

図11は撮影装置全体の構成を示す。

【0051】

レンズ101に入射した光は外部シャッター102を通過して撮像素子103上のチップ104上の撮像面105上に結像する。

【0052】

撮影中は入射した光の強度に応じて電荷が生じるが、過剰な入射光により生じた過剰電荷は、ドレーン線 106 を通じてアースに排出される。撮影後は読み出し線 107 を通じて撮像素子内に蓄積された画像情報（この場合は電荷）は、A/Dコンバータ 108 によりデジタル情報に変換された後、バッファメモリー 109 に蓄えられる。さらに画像情報処理装置 110 により連続する 1 枚 1 枚の画像情報に変換されたのち、撮影装置外に出力される。この画像情報はモニター 111 により画像として目で見ることができる。

【0053】

これらの装置を全体的に制御するために、タイミング・コントローラー 112 が備えられている。また CCD 型撮像素子を制御するために必要な数種の電圧を発生するために、定電圧発生装置 113 が備えられている。

【0054】

図 19 には、実施例 1 の撮像素子の撮像面 105 の一部を拡大して表示している。

【0055】

図 12 は転送路部分の電荷転送方向の断面図、すなわち図 19 における A-A 断面を示している。A-A 断面は窓の部分を通過する断面である。ただし、3 本のタングステン線は同一平面内にある。

【0056】

図 13 は転送方向とは直角方向の断面図、すなわち図 19 における B-B 断面を示している。

【0057】

撮像面はアルミニウム製の遮光膜 114 で覆われていて、光を通す窓 115 が開いている。

【0058】

図 14 は図 9 の長い窓と、窓部分に幅の広い電極を持つ CCD の転送電極をわかりやすく示したものであり、図 18 の 3 層のポリシリコン電極の配置を概念的に示している。

【0059】

窓の部分では電荷転送電極 1 1 6, 1 1 7, 1 1 8 の幅が他の部分の転送電極 1 1 9, 1 2 0, 1 2 1 の幅の 4 倍となっている。

【 0 0 6 0 】

図 1 5 ないし図 2 0 は図 9 の平面図の電極と電線の積層構造を具体的に示したものである。

【 0 0 6 1 】

図 1 5 は電極や遮光膜を取り除いた状態である。ドナー・イオンやアクセプター・イオンを拡散もしくはインプラント（打ち込み）することにより，転送路 1 2 2（n 領域からなる），チャネル・ストップ（p+ 領域 1 2 3）を作った状態を示している。

【 0 0 6 2 】

図 1 6, 図 1 7, 図 1 8 は 1 層目, 2 層目, 3 層目の各ポリシリコン電極 1 1 6, 1 1 7, 1 1 8（窓の部分）および 1 1 9, 1 2 0, 1 2 1（窓以外の部分）を，絶縁膜を介して順次重ねた状態を示す 3 枚の図である。

【 0 0 6 3 】

図 1 9 はポリシリコン電極に電荷転送のための駆動電圧を送るタンゲステン線 1 2 4 をさらに重ねて示したものである。同時に上層のタンゲステン線と下層の電極を鉛直方向に電氣的に接続するコンタクト・ポイント 1 2 5 を示している。

【 0 0 6 4 】

図 2 0 はさらに遮光膜であるアルミニウム層を乗せた状態である。

【 0 0 6 5 】

図 1 6 から図 1 7 の詳細図，および図 1 4 の概念図，および図 1 2 の断面図からわかるように，窓の部分では電荷転送電極 1 1 9, 1 2 0, 1 2 1 の幅が他の部分の転送電極 1 1 6, 1 1 7, 1 1 8 の幅の 4 倍となっている。

【 0 0 6 6 】

図 9 において窓から入った光は電荷に変換される。転送電圧を変化させると，この電荷は遮光部分の CCD 要素に転送され，画像情報として保存される。この操作を繰り返すと，最初の画像情報が窓の直下の窓の直上の CCD 要素に達した時点で，連続 1 2 枚の画像が保存される。

【0067】

このときシャッターを閉じる。これで新たな電荷は生じない。

【0068】

この状態で通常のCCDの電荷転送操作を行えば、保存された画像情報は逐次下方に転送され、撮像面外の下方に設けられた水平CCDを通じて1つつつアウトプット回路に送られ、さらに撮像素子外のADコンバーターでデジタル情報に変換され、バッファ・メモリーに蓄積される。

【0069】

(第2実施形態)

図21に示すように、実施例1に比べて窓部分の転送路の幅を広げた例である。またそのためにCCDにゆるやかな曲線部分を導入している。また窓部分の直上の転送路の右側方に連続上書きのためのドレーン128を付加している。

【0070】

また窓の周辺ではアルミニウム製遮光膜の1層下にあるタングステン層で縁取りしている。これは窓から周辺のCCD転走路に光や光電子が入り、スミア現象を起こすことを軽減するためである。

【0071】

これにより、実施例1に比べて開口率が大きくなり、光感度が飛躍的に向上するとともに、連続上書きが可能になるので、超高速撮影において、現象生起と撮影停止のタイミングを合わせることが極めて容易になる。

【0072】

また曲線を利用して、上書き読み出しのためのドレーンを作るスペースが取りやすい。したがってドレーン領域の左側の窓との間に十分長い広さのチャンネルストップ領域129を作ることができ、ドレーン電極に高電圧をかけても、それが左側の窓の電荷の転送効率に悪影響を及ぼすことを避けることができる。

【0073】

開口率が大きいということ以外で、実施例1との基本的な違いは連続上書きドレーンが導入されていることである。したがってこれについてまず説明する。

【0074】

ドレーンにはこの他、窓部分の下面には通常の鉛直ドレーンを設け、チップ裏面にかける電圧が低いときにはオーバーフロドレーンとして、高い電圧をかけると電荷一斉排出ドレーンとして機能するようにしているが、これは通常良く用いられるドレーン構造であるのでここではとくに説明しない。

【 0 0 7 5 】

以下では本発明に係る連続上書き用ドレーンのみにについて詳細に説明するので、とくにことわる必要がない場合には、連続上書き用ドレーンを単にドレーンと呼ぶことにする。

【 0 0 7 6 】

図 2 2 には図 2 1 の B - B 断面、すなわちドレーンを通過する断面図を示している。通常、基盤内に p 領域 1 3 0 を作り、その電位障壁により電荷が裏面に逃げないようにしている。図 2 2 のドレーン 1 2 8 の下部には n 領域からなる電荷の流出経路、いわば穴 1 3 1 があいており、ドレーンに入った電荷は全て自動的にチップ裏面から撮像素子外に排出される。

【 0 0 7 7 】

オーバーフロドレーンでは完全に穴をあけるかわりに弱い p 領域としておき、電荷が過剰に蓄積するとそのために電位障壁が下がって（いわば穴があいて）、電荷が裏面から排出されるようになっている。裏面から強い電圧をかけた場合も電位障壁に穴が開いて電荷が一斉に排出される。

【 0 0 7 8 】

図 2 2 のドレーンではドレーン上面にドレーン電極 1 3 2 があり、連続上書き時にはこれに高電圧をかけて、転送路との間のチャンネル・ストップの電位障壁を下げて電荷をドレーン側に移す。このときドレーン部分にも大きな電圧がかかるので、電荷排出用ドレーンについても底部に弱い p 領域があってもかまわない。この状態でも底部の電位障壁に穴が開く。

【 0 0 7 9 】

ドレーン電極 1 3 2 へはコンタクトポイント 1 3 3 において、最上面のアルミニウム製遮光膜 1 1 4 から、その下層のタングステン遮光層を通じてドレーン制御電圧が送られる。

【0080】

他の機能および操作は第1実形態と同じである。

すなわち、窓115で発生した電荷はCCD転送路122に送られていく。ドレーン128まで達すると自動的に素子外に排出される。これにより図21の場合には黒い階段状の太線で示した転送路部分135が画像情報蓄積領域となり、ここに常に連続40枚の最新の画像が蓄積される。

【0081】

撮影対象現象が生起すると、この連続書き操作を停止し、外部シャッターを閉じるとともに、ドレーン電圧を解除して電荷が転送路側を流れるようにしてから、蓄積された画像情報をゆっくり撮像素子外に読み出す。

【0082】

このように連続書き用ドレーンは、撮影直前にオンし、撮影直後にオフするだけなので、撮影中に急激にオン・オフする必要がない。したがって電気容量の大きい遮光膜を通じて電圧を送っても、電圧の転送時間遅延は問題にならない。また撮影中の急激な電圧変化がないので、画質にも影響をおよぼさない。このように遮光膜を通電用の層の一つとして使うことができ、連続書きという重要な機能を追加したにもかかわらず、撮像面上部に新たに通電用の配線を追加する必要がない。

【0083】

(第3実施形態)

図23は第3実施形態を示している。これは第1実施例の縦長の長方形窓と縦長転送電極を持つ撮像素子とほとんど同じであるが、窓部分の転送電極136, 137, 138が電荷転送方向に対して直角ではなく斜行し、くさび形になっている。

【0084】

これにより電界フリンジの生じる辺長、すなわち上下の電極の重複部分139, 140の長さが非常に長くなり、窓面積に対する、図中斜線で示す電界フリンジ発生領域141の面積の割合が大きくなっている。

【0085】

図 2 4 にはこのときのポテンシャルと電荷の転送方向の例を示している。

【0 0 8 6】

これにより長い窓部分で生じる電位のフラット部分の長さが縮小され、電荷の転送速度が大きくなるとともに、局所的な電位のポケットによる電荷の不完全転送の確率が大幅に減少する。

【0 0 8 7】

(第 4 実施形態)

図 2 5 に示すように、実施例 2 の窓部分の電極の形状を変えたものである。

【0 0 8 8】

図 2 1 に示す実施例 2 の直線電極に比べ、電極の重複部分の長さが非常に大きくなり、非常に広い面積にわたって電界フリンジ効果 1 4 1 が有効に働く。

【0 0 8 9】

図 2 6 にはポテンシャルと電荷の転送方向の例を示している。電荷は X 字状に広がったり接近したりしながら転送される。

【0 0 9 0】

(その他の実施形態)

オーバーフロードレーンや電荷の一斉排出による電子シャッター機能を付けてもよい。むしろ撮像素子ではそれが一般的である。

【0 0 9 1】

電界フリンジ効果を補助するために、窓部分の転送路にはじめからわずかに電位勾配を付けておいても良い。このため、窓部分で不純物濃度を転送方向に向けてわずかに増大させても良い。

【0 0 9 2】

カラー化するときはカラーフィルターアレーを乗せ、実質開口率を上げるときは各窓にマイクロ・シリンドリカル・レンズを乗せてもよい。オンチップ・マイクロレンズは実質開口率の向上だけでなく、光を窓の中心部に集める効果があり、窓の周辺部分から窓に隣接する転送路に光または光電子が拡散するのを防ぐ効果もある。

【0 0 9 3】

また入射光は可視光とは限らない。紫外線、近赤外線、弱いX線等の他の電磁波でもよいし、電子流のような粒子線でもよい。ただし弱いX線や電子流等の場合は別途これらを遮断する材料からなる遮断膜（図示していない）を重ねる必要がある。紫外線はポリシリコンに吸収されるので、ポリシリコン電極を非常に薄くするか、紫外線を通す材料で電荷駆動電極を作る必要がある。

【0094】

金属層はアルミニウムやタングステンである必要はない。また遮光層をタングステン、電荷転送駆動電圧送付をアルミニウム線としてもよいし、どちらかだけを用いてもよい。

【0095】

第4実施形態の電極形状も図25に示すような逆位相の折れ線形状である必要はない。同位相の折れ線であっても良いし波線のような曲線でもよい。

【0096】

また窓周辺を取り巻くチャネル・ストップ領域の中に、細いn領域の帯を設け、窓周辺から外部に拡散した光や光電子を集め、ドレーンから排出してもよい。

【図面の簡単な説明】

【図1】

インターライントランスファCCD型撮像素子（IT-CCD）の説明図

【図2】

フレームトランスファCCD型撮像素子（FT-CCD）の説明図

【図3】

Kosonockyらの発明になる画素周辺記録型撮像素子

【図4】

曲線部を持つCCDによるIT-CCD型のISIS（画素周辺記録型撮像素子）

【図5】

画素ごとにCCD型画像情報蓄積部とMOS型増幅読み出し回路を備えるISIS

【図6】

既存のFT-CCDを遮光膜で覆い、ジグザグ状に1画素の大きさの窓を開けたISIS

【図7】

FT-CCDを遮光膜で覆い、ジグザグ状に1画素の大きさの窓を開け、窓直上のCCD要素にドレーンを付けて連続書き撮影を可能としたISIS

【図8】

図7で窓の長さを長くしたISIS

【図9】

図8で窓の部分のCCD要素の長さ大きくしたISIS

【図10】

通常の3相駆動CCDの構造と駆動の概念図

【図11】

撮影装置の全体図

【図12】

図19の転送路に沿う断面図（3本のタングステン線は同一平面内）

【図13】

図19の転送路に直角で窓を通る断面図

【図14】

図18の電極をわかりやすく示したもの

【図15】

基盤表面の拡大図

【図16】

図15に第1層ポリシリコン電極を積層したもの

【図17】

図16に第2層ポリシリコン電極を積層したもの

【図18】

図17に第3層ポリシリコン電極を積層したもの

【図19】

実施例1の撮像面の拡大図、図18に電荷転送電極駆動電圧送電用タングステ

ン線を積層したもの

【図 2 0】

図 1 9 に遮光膜を積層したもの

【図 2 1】

実施例 2 の撮像面の拡大図

【図 2 2】

図 2 1 の B - B 断面図

【図 2 3】

第 3 実施例の窓部分の電極形状

【図 2 4】

2 3 のポテンシャルと電荷の転送経路

【図 2 5】

第 4 実施例の窓部分の電極形状

【図 2 6】

図 2 5 のポテンシャルと電荷の転送経路

【符号の説明】

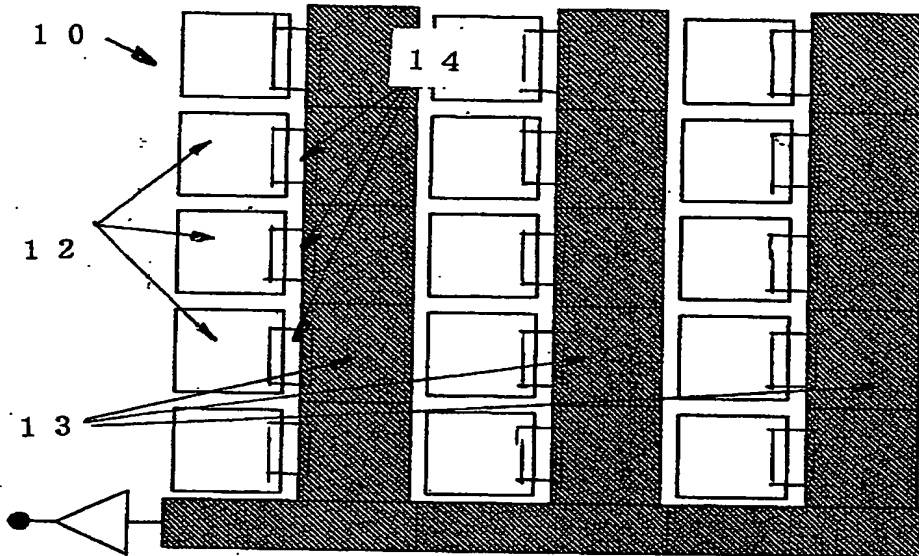
- 1 0 インターライン CCD 型撮像素子 (I L - C C D)
- 1 1 フレームトランスファ CCD 型撮像素子 (F T - C C D)
- 1 2 I L - C C D のフォトダイオード
- 1 3 C C D 転送路
- 1 4 インプットゲート
- 1 5 撮像面
- 1 6 F T - C C D の画像情報保存領域
- 1 7 F T - C C D の遮光膜
- 1 8 遮光膜にあいた窓
- 1 9 ~ 3 3 窓の下にあり、その窓で生じた電荷 (画像情報) の蓄積領域
- 3 4 F T - C C D の下の読み出し用水平 C C D
- 3 5 F T - C C D の下の読み出し回路
- 3 6 C C D の基本軸

- 37 斜交する2組の直交基本軸を持つISISの直交ピクセル配置の基本軸
- 38 連続上書き用ドレーン
- 39 FT-CCDの電荷一斉排出ドレーン
- 40～54 斜交する2組の直交基本軸を持つISISのメモリー要素
- 55 FT-CCDを用いたISISにおける縦長の窓
- 56～59 CCD要素4個からなる窓
- 60～71 CCD要素4個からなる窓を持つFT-CCD型ISISの画像情報蓄積領域
- 72 幅の広い電極を持つ1個のCCD要素からなる窓
- 73～75 通常のCCDの電極
- 76 電界フリッジがない場合の転送電位
- 77 電界フリッジがある場合の転送電位
- 101 レンズ
- 102 外部シャッター
- 103 撮像素子
- 104 撮像素子のチップ
- 105 撮像素子のチップ上の撮像面
- 106 アースにつないだドレーン線
- 107 読み出し線
- 108 ADコンバータ
- 109 バッファメモリー
- 110 画像処理装置
- 111 モニター
- 112 タイミングコントローラ
- 113 定電圧発生装置
- 114 アルミニウム遮光膜
- 115 窓
- 116, 117, 118 窓部のポリシリコン電極
- 119, 120, 121 遮光部のポリシリコン電極

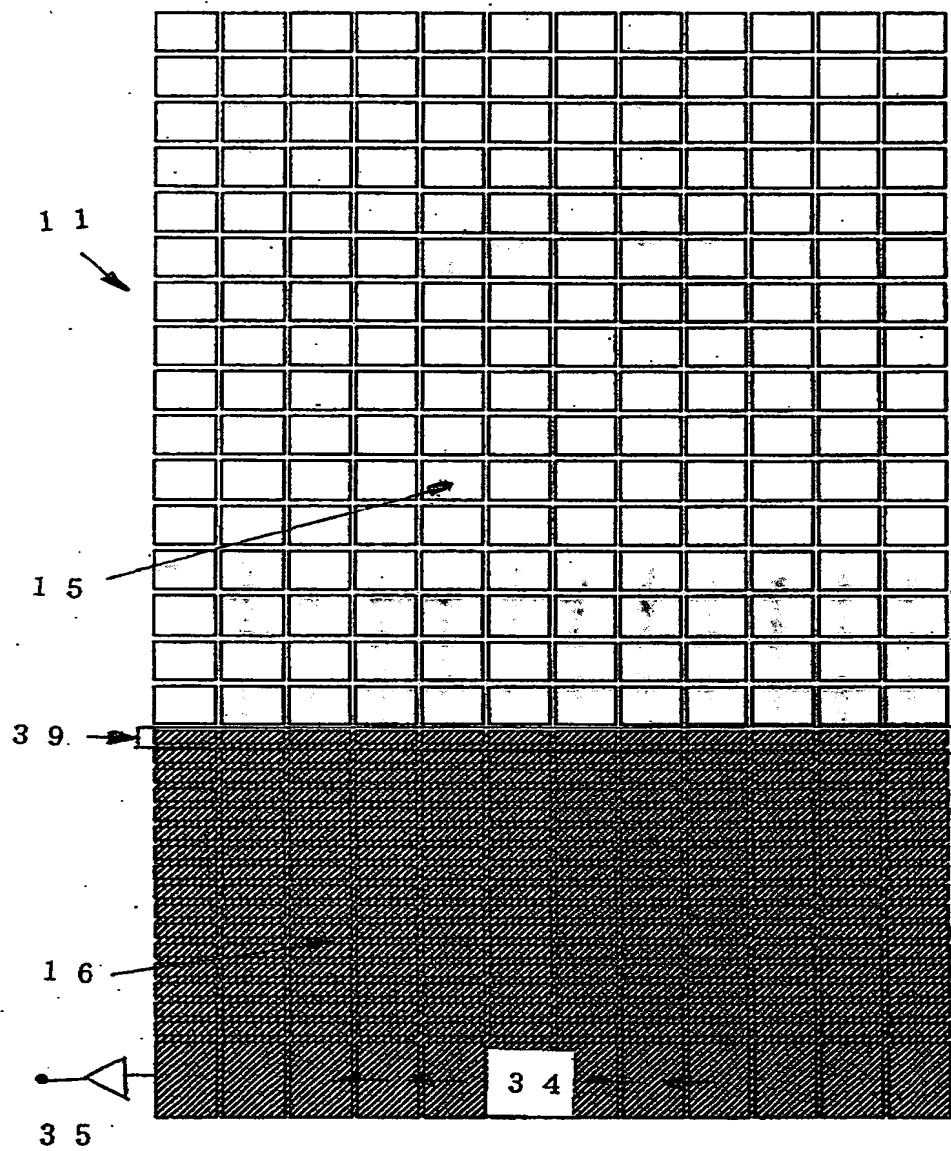
- 1 2 2 転送路
- 1 2 3 チャンネルストップ
- 1 2 4 転送電極駆動電圧送付タングステン線
- 1 2 5 コンタクト・ポイント
- 1 2 8 曲線 CCD 型 I S I S のドレーン
- 1 2 9 曲線 CCD 型 I S I S の窓のまわりのチャンネルストップ
- 1 3 0 基盤内の p 領域
- 1 3 1 基盤内の p 領域中の n 領域の穴 (ドレーン経路)
- 1 3 2 ドレーン電極
- 1 3 3 ドレーン電極へのコンタクトポイント
- 1 3 4 窓のまわりのタングステン遮光棒
- 1 3 5 黒い階段状の線で示した転送路兼画像情報蓄積要素
- 1 3 6, 1 3 7, 1 3 8 長い窓部で電荷の転送速度を上げるための斜め電極
- 1 3 9, 1 4 0 斜め電極の重複部分
- 1 4 1 電界フリンジの発生領域

【書類名】 図面

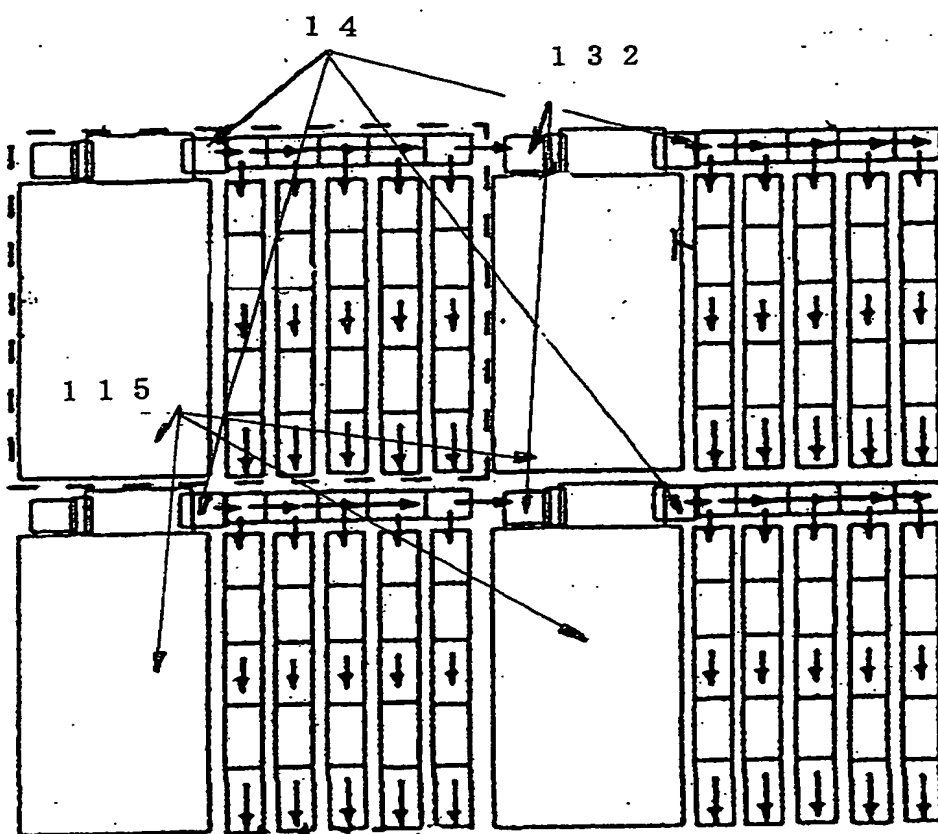
【図 1】



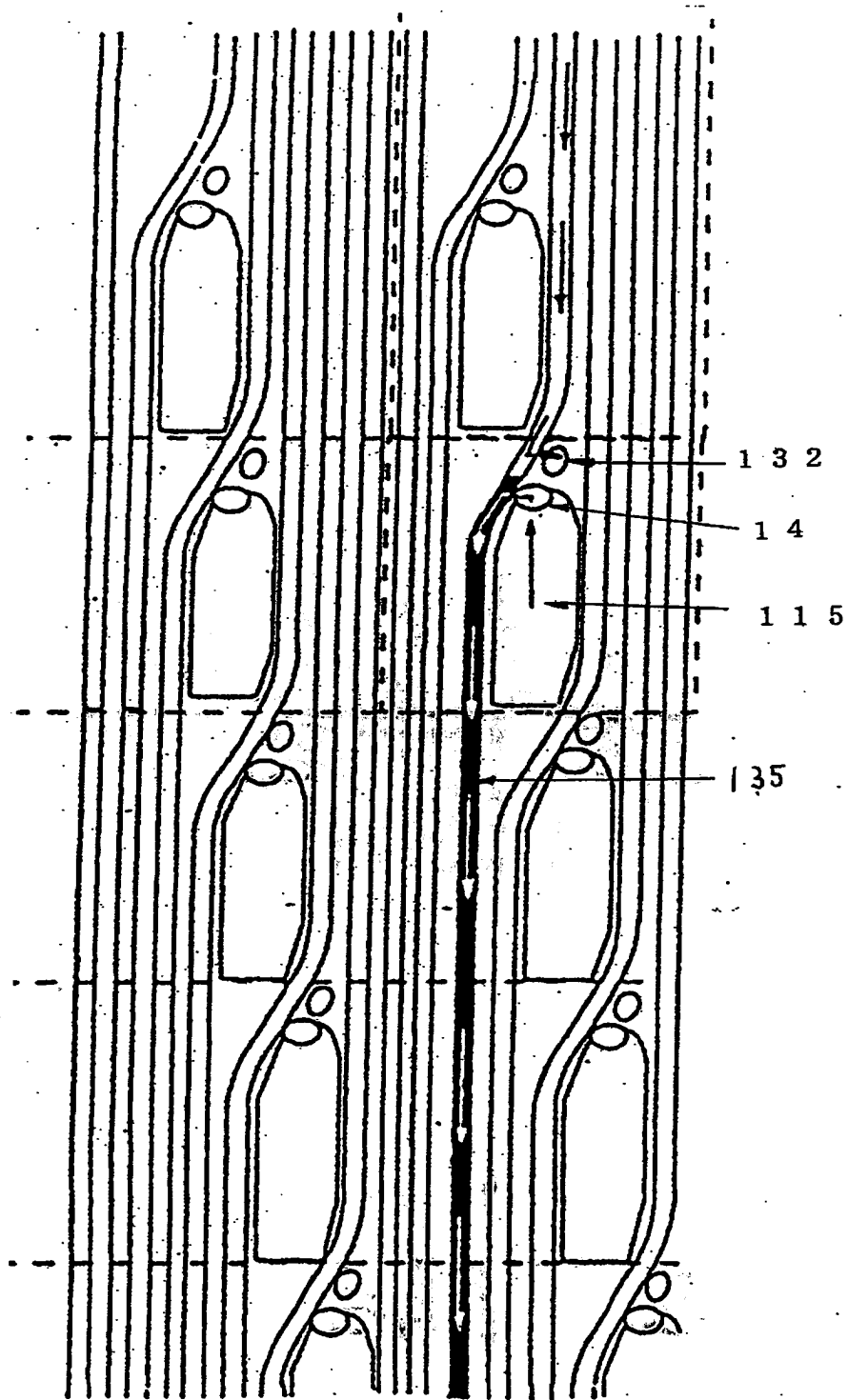
【図 2】



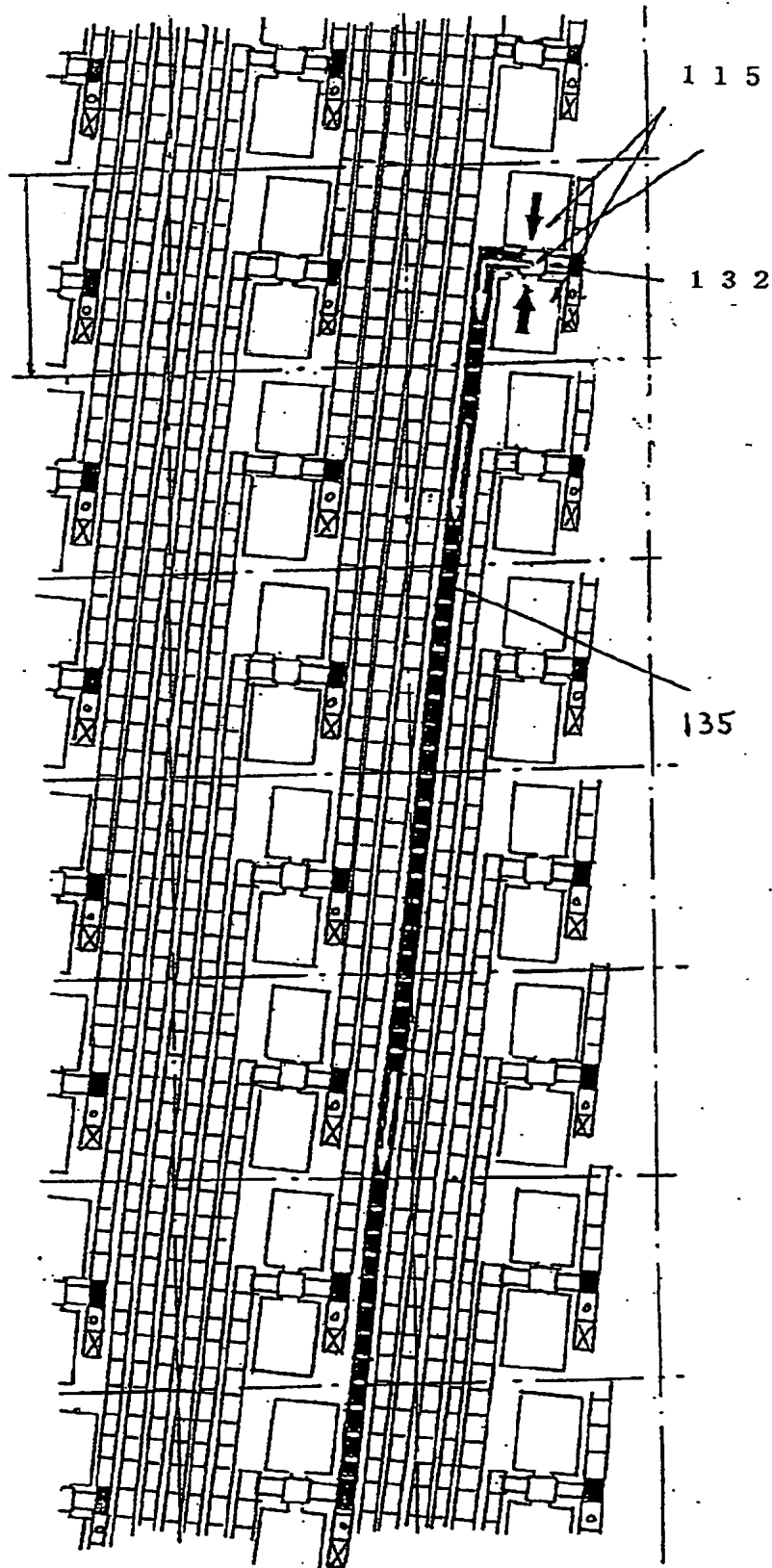
【図 3】



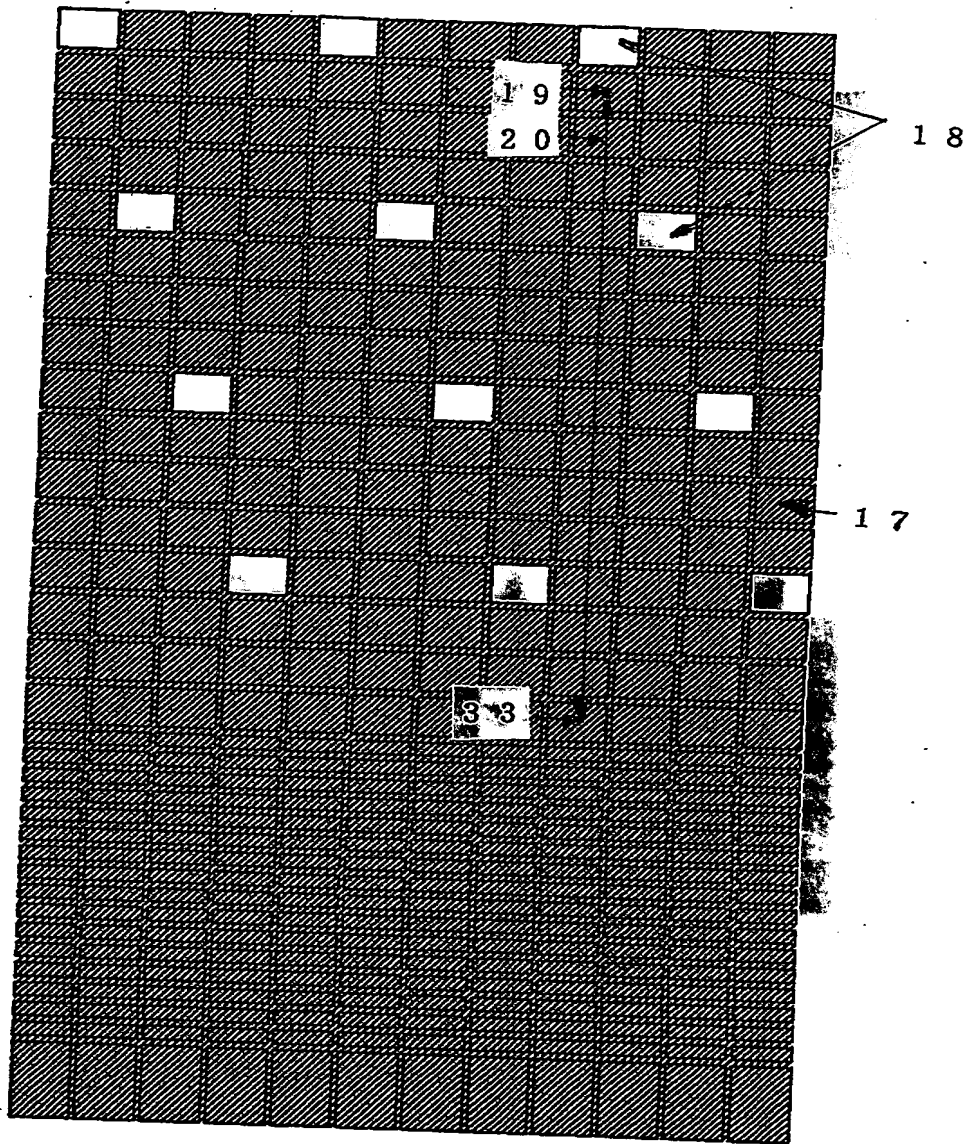
【図 4】



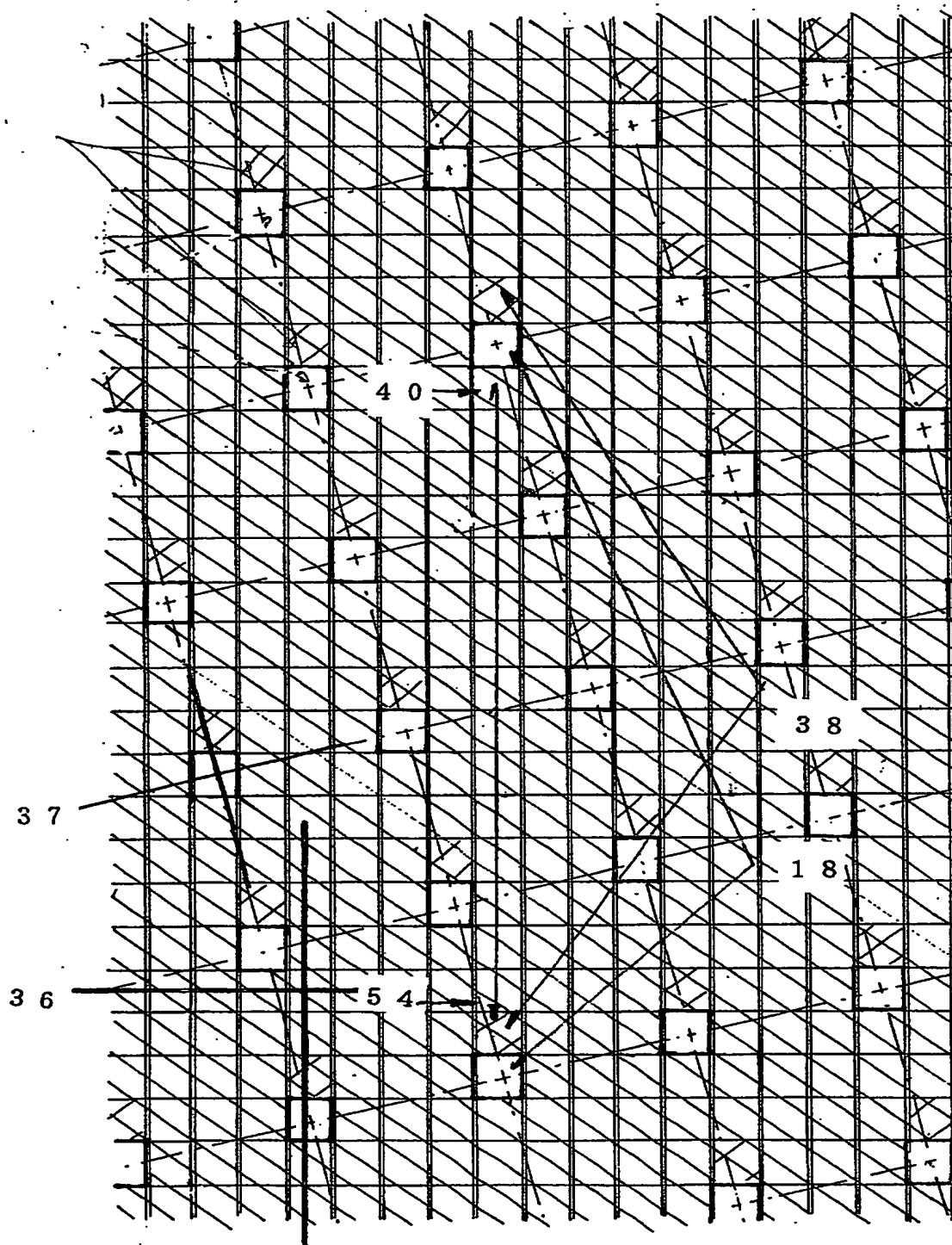
【図5】



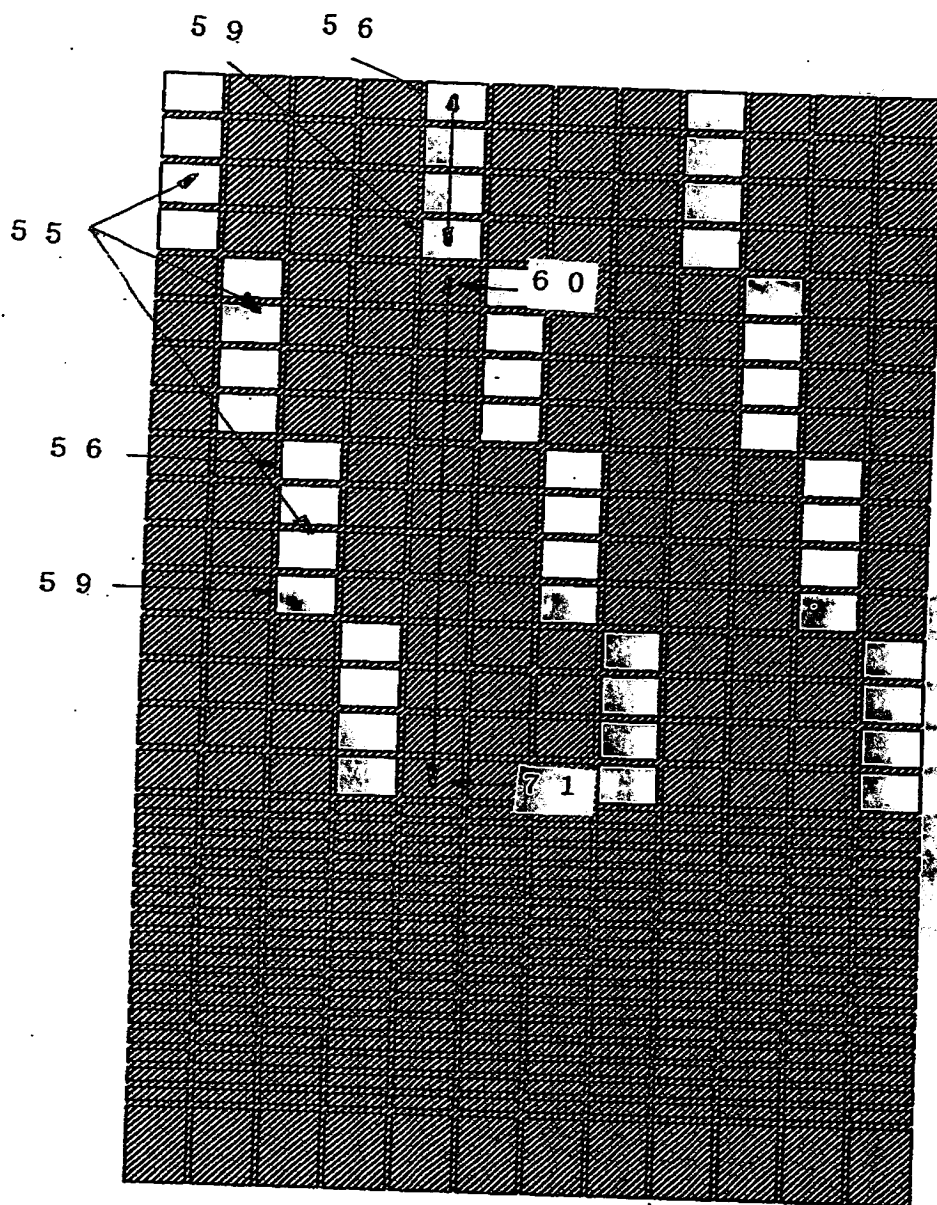
【図6】



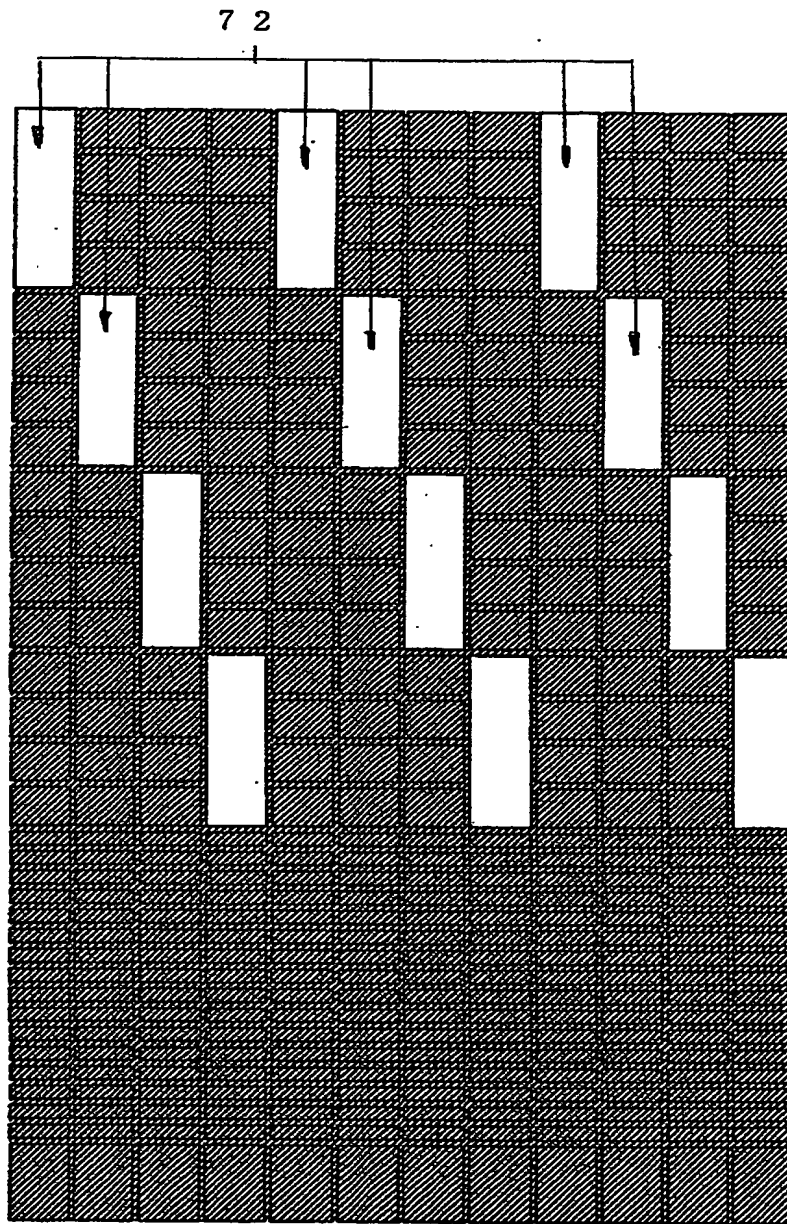
【図 7】



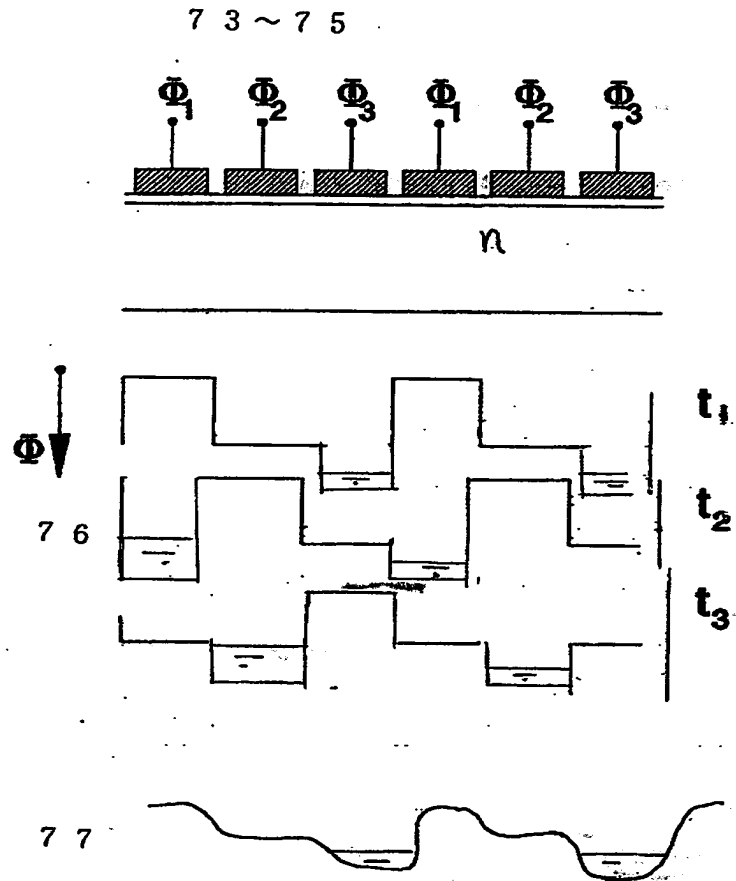
【図8】



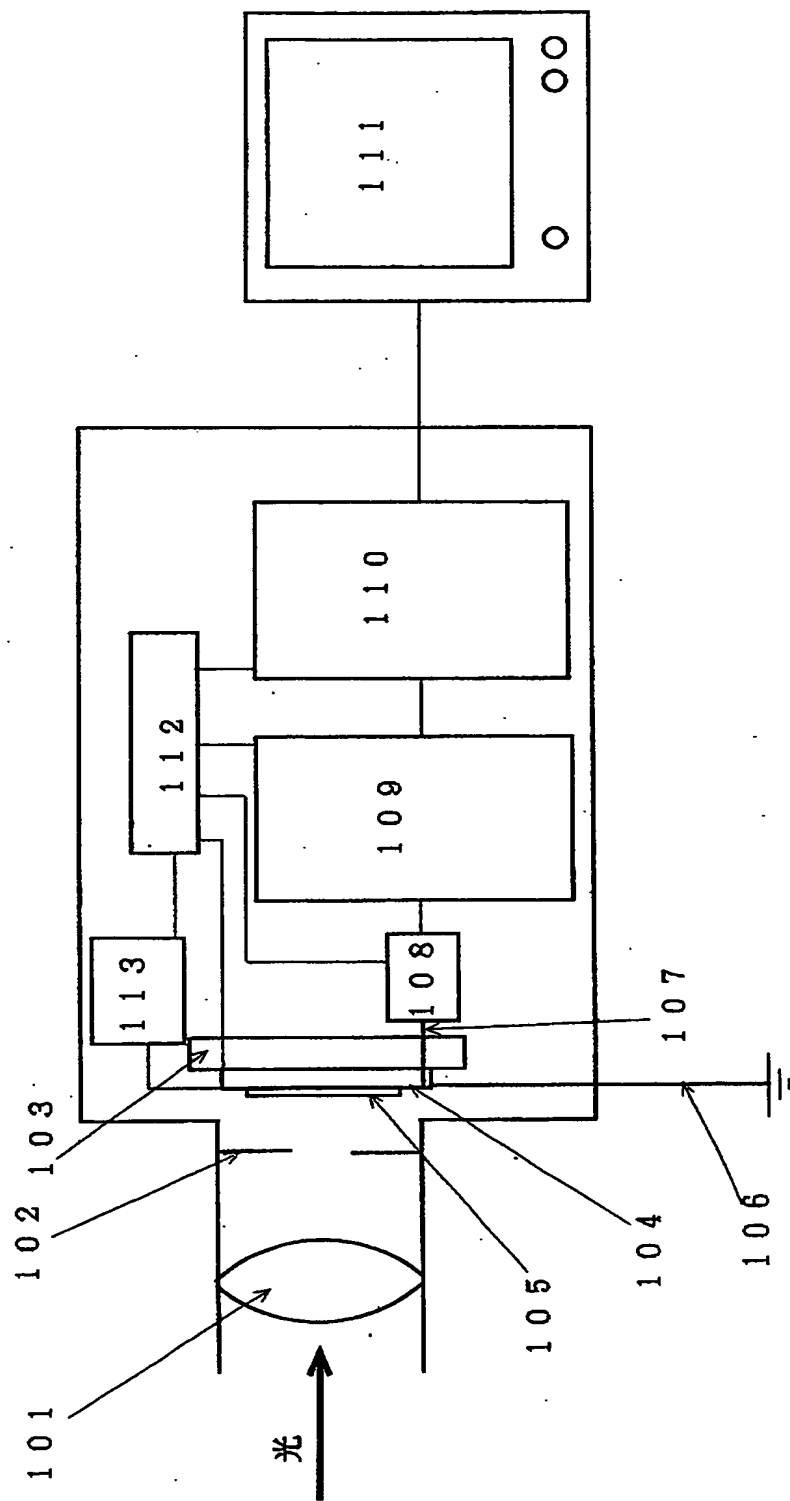
【図 9】



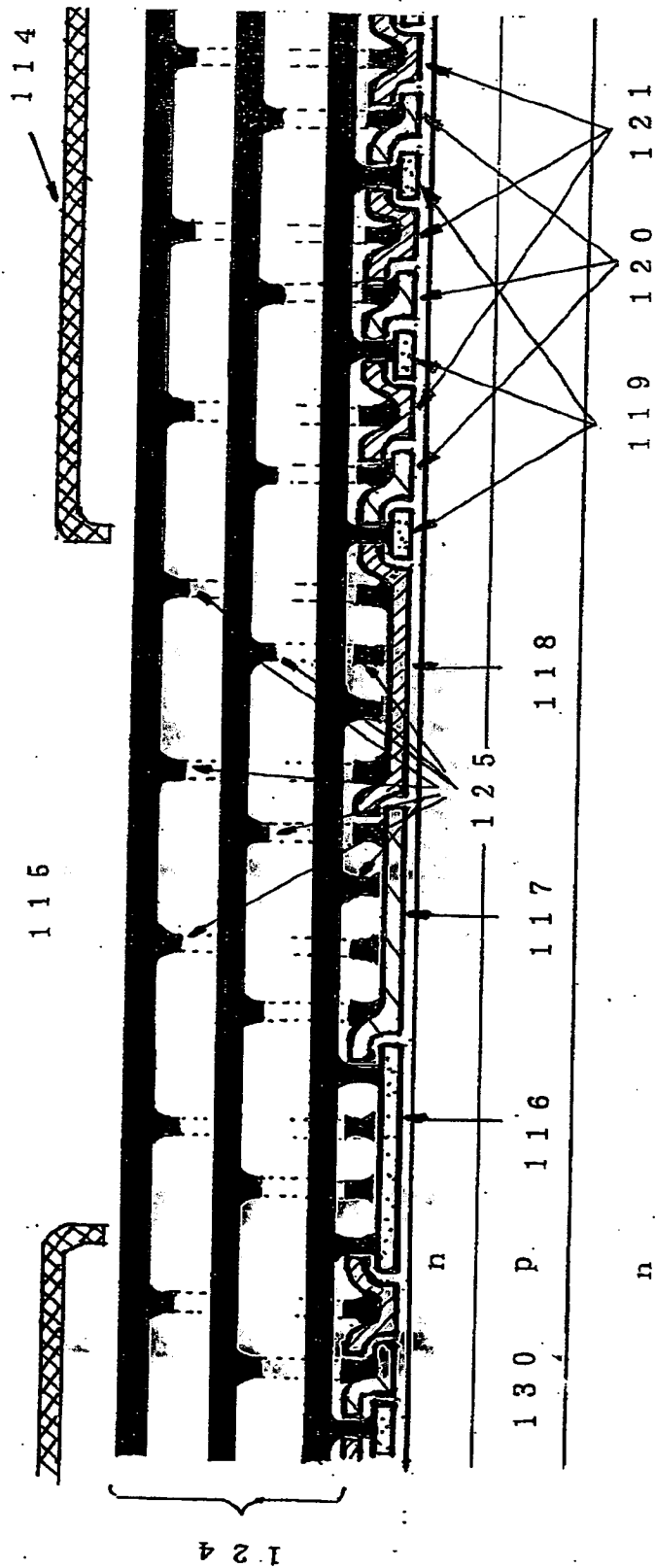
【図 1 0】



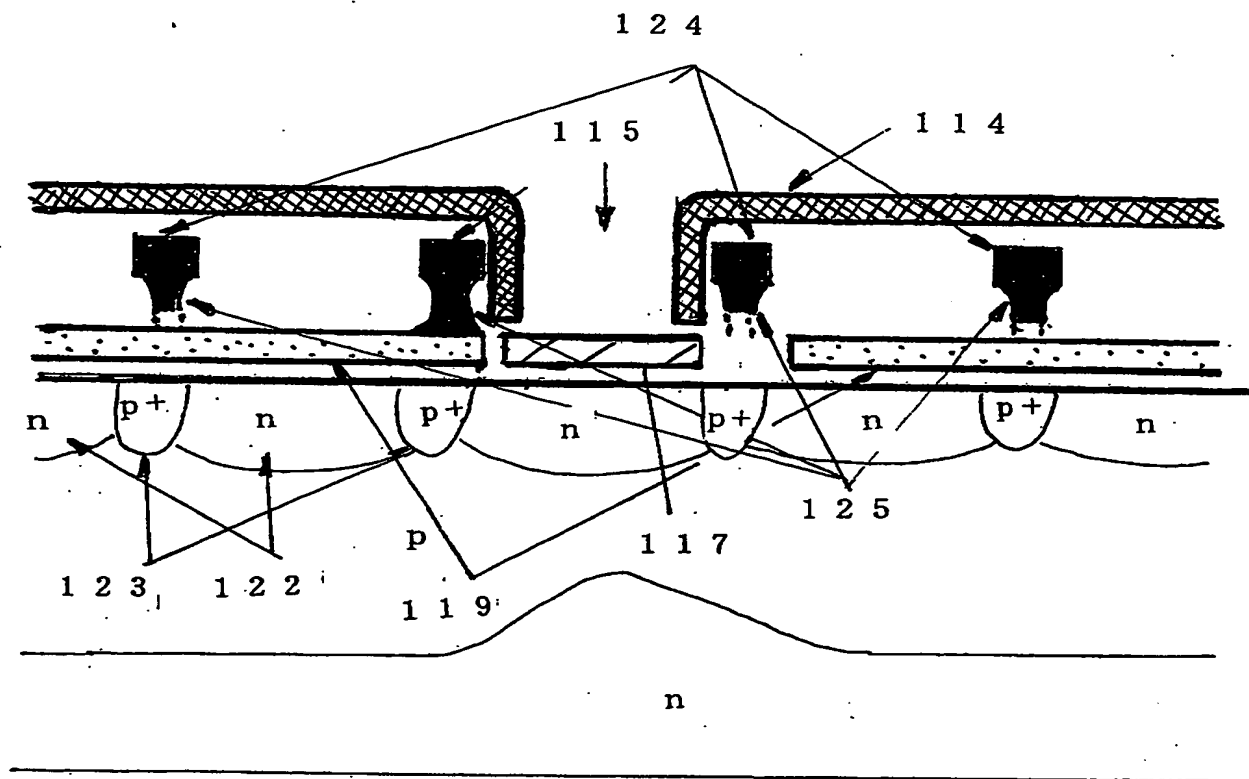
【図 11】



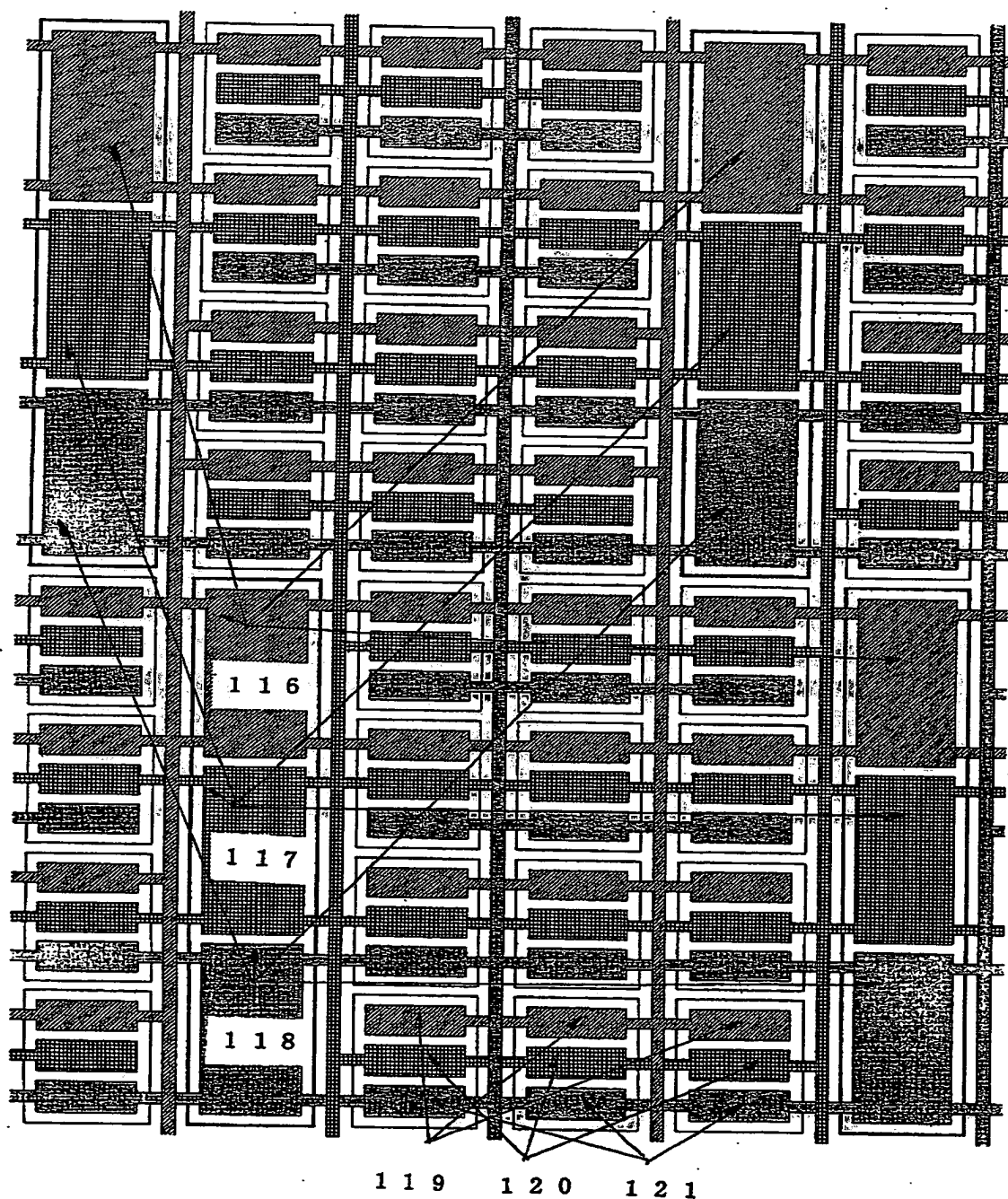
【図 12】



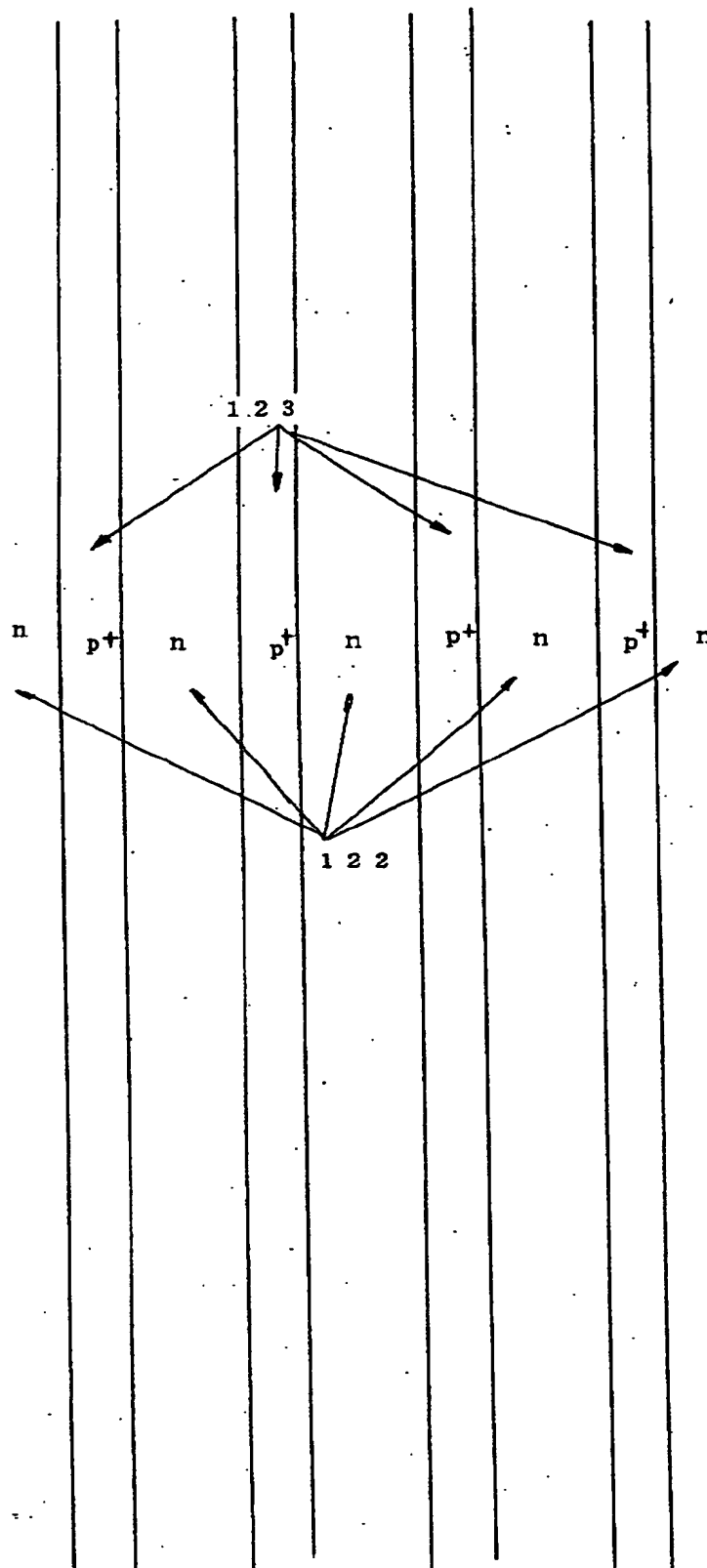
【図13】



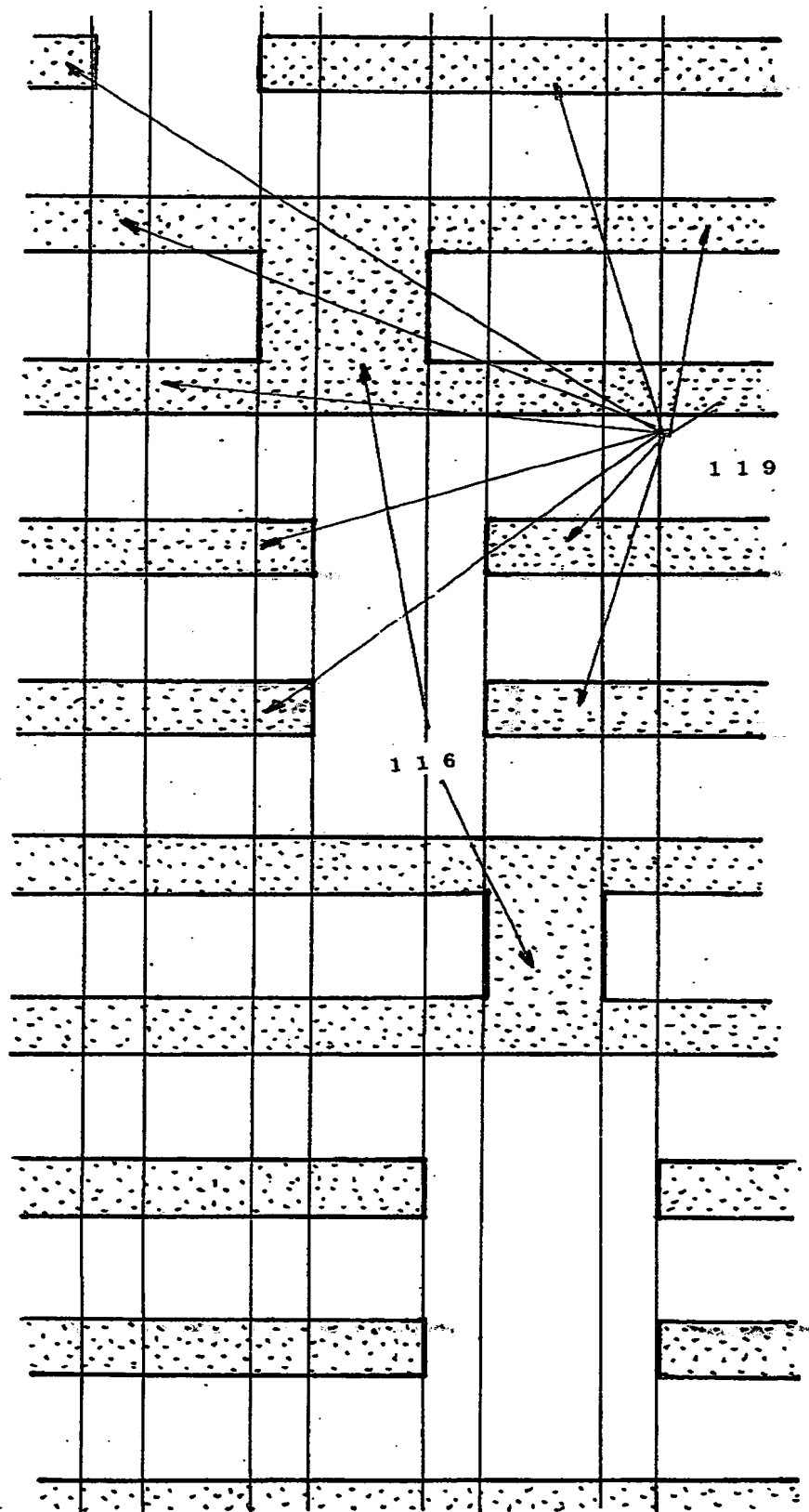
【図14】



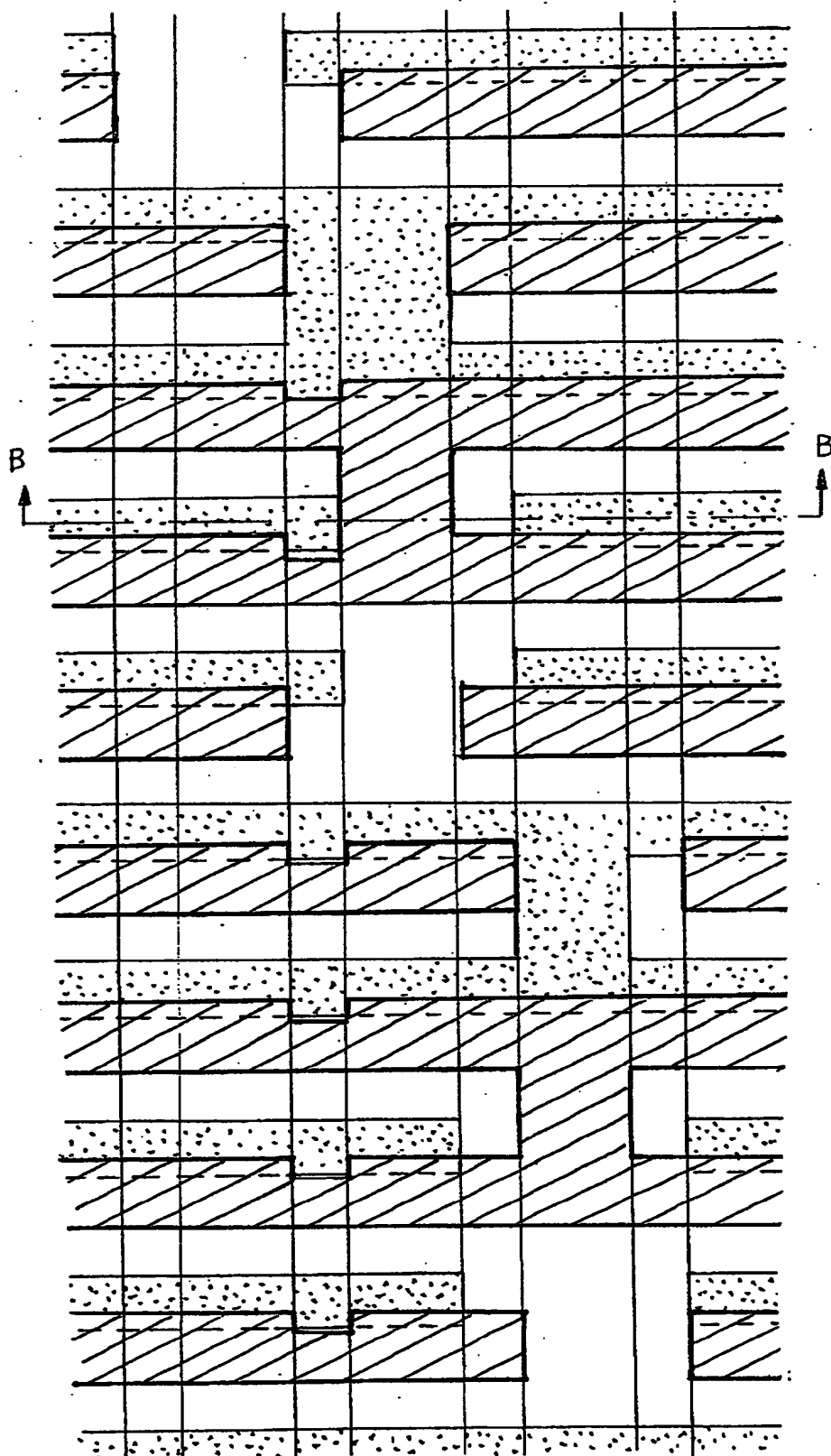
【図 1 5】



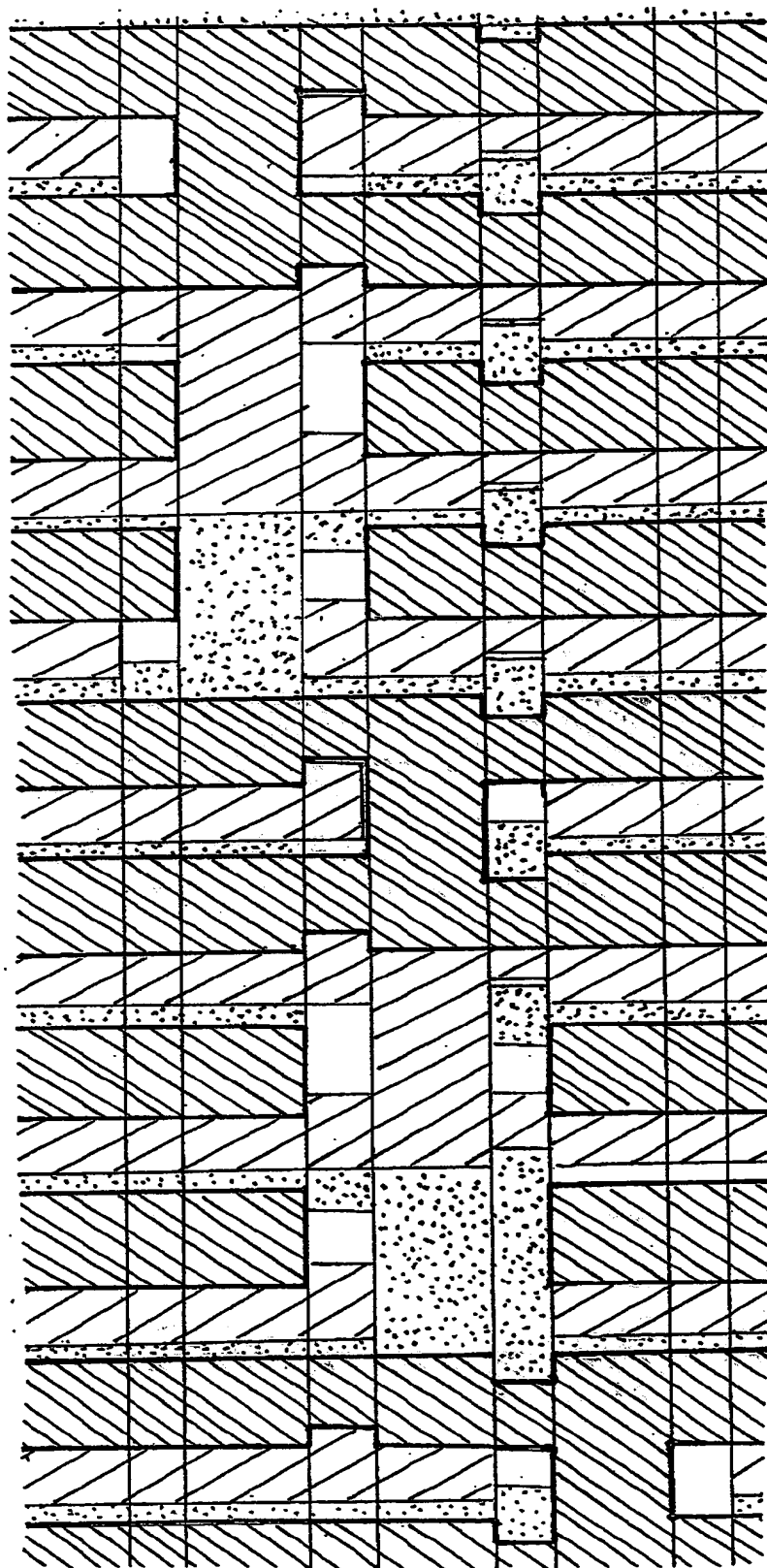
【図 16】



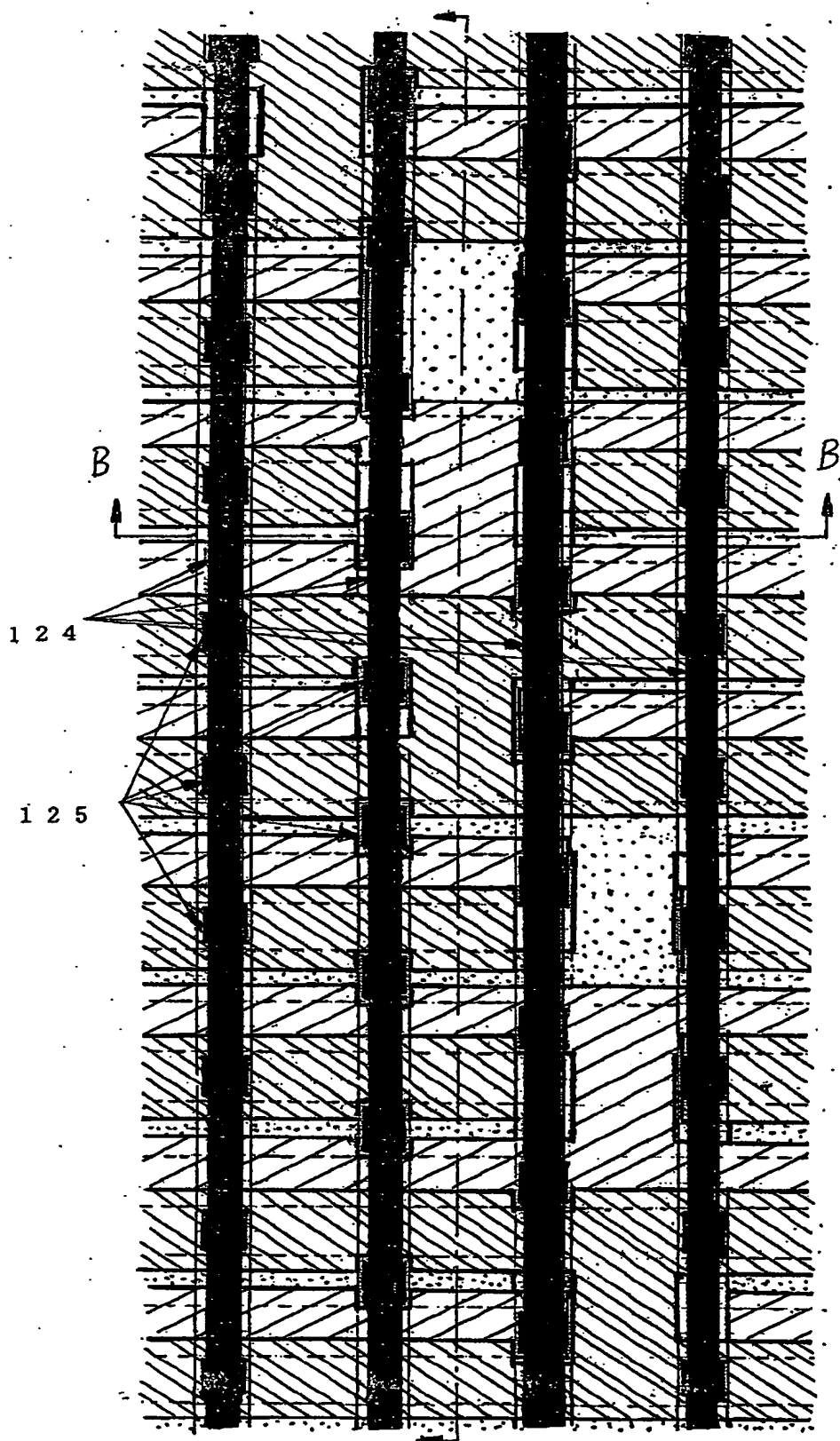
【図 1 7】



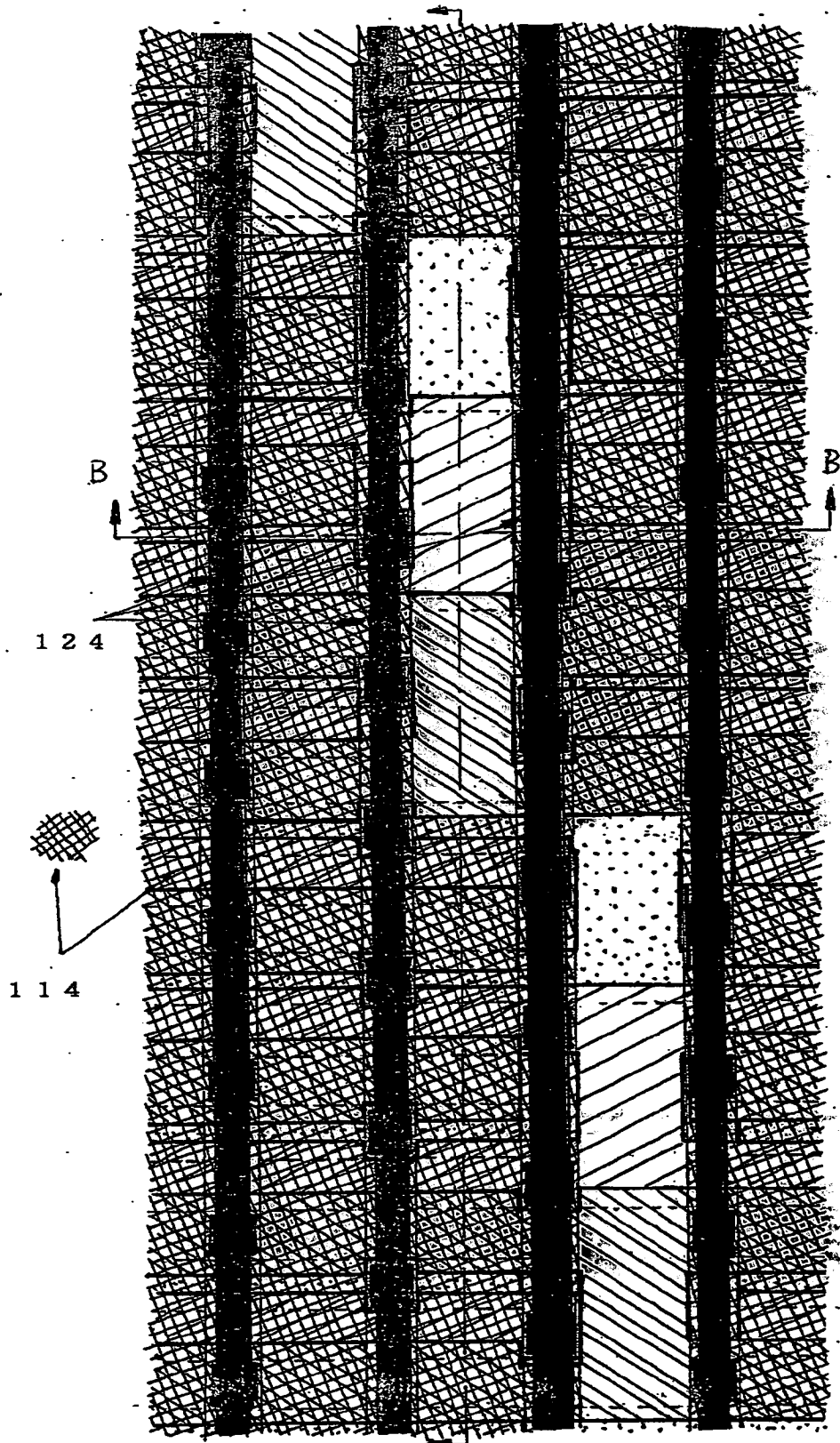
【図 18】



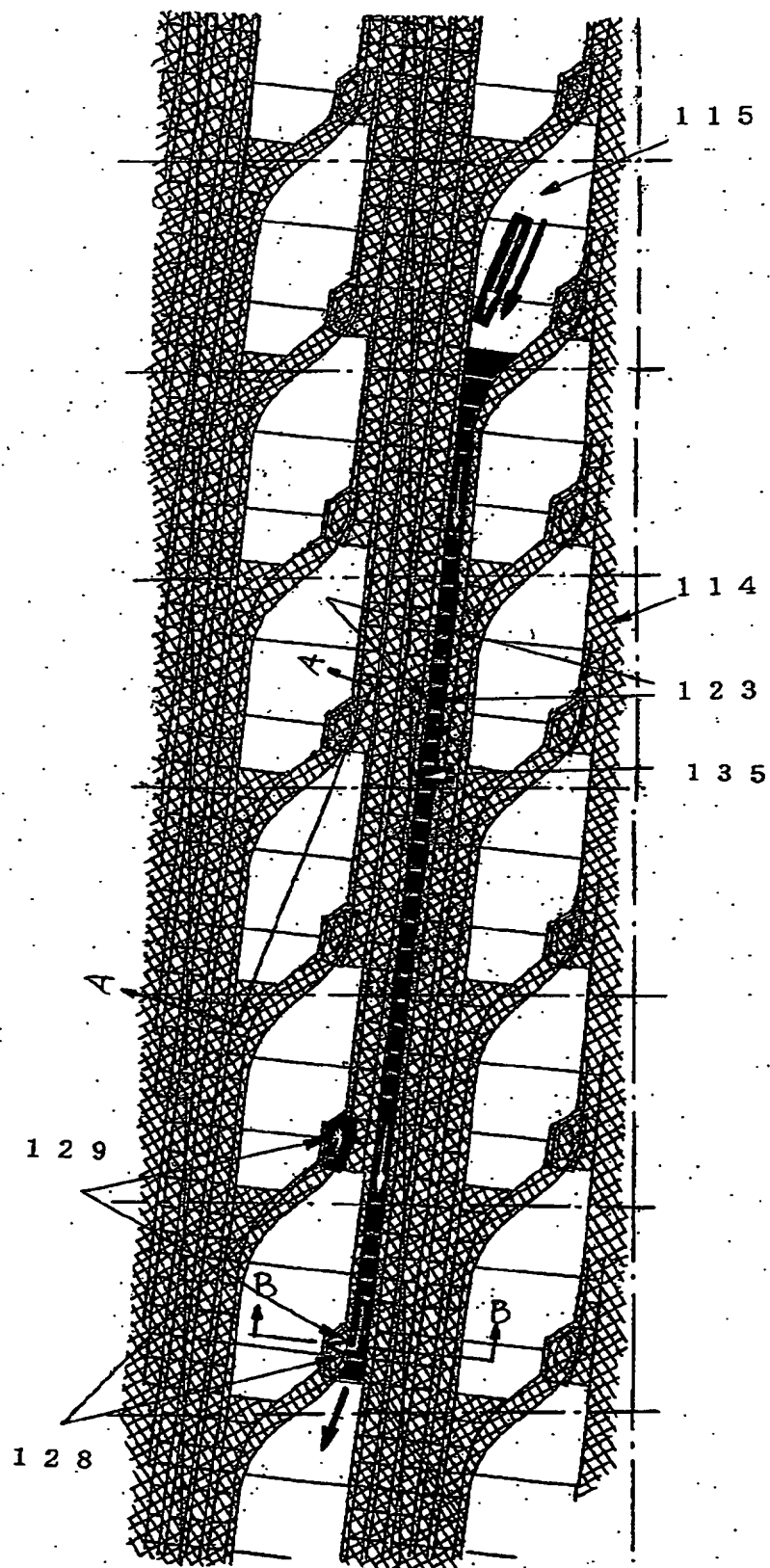
【図 1 9】



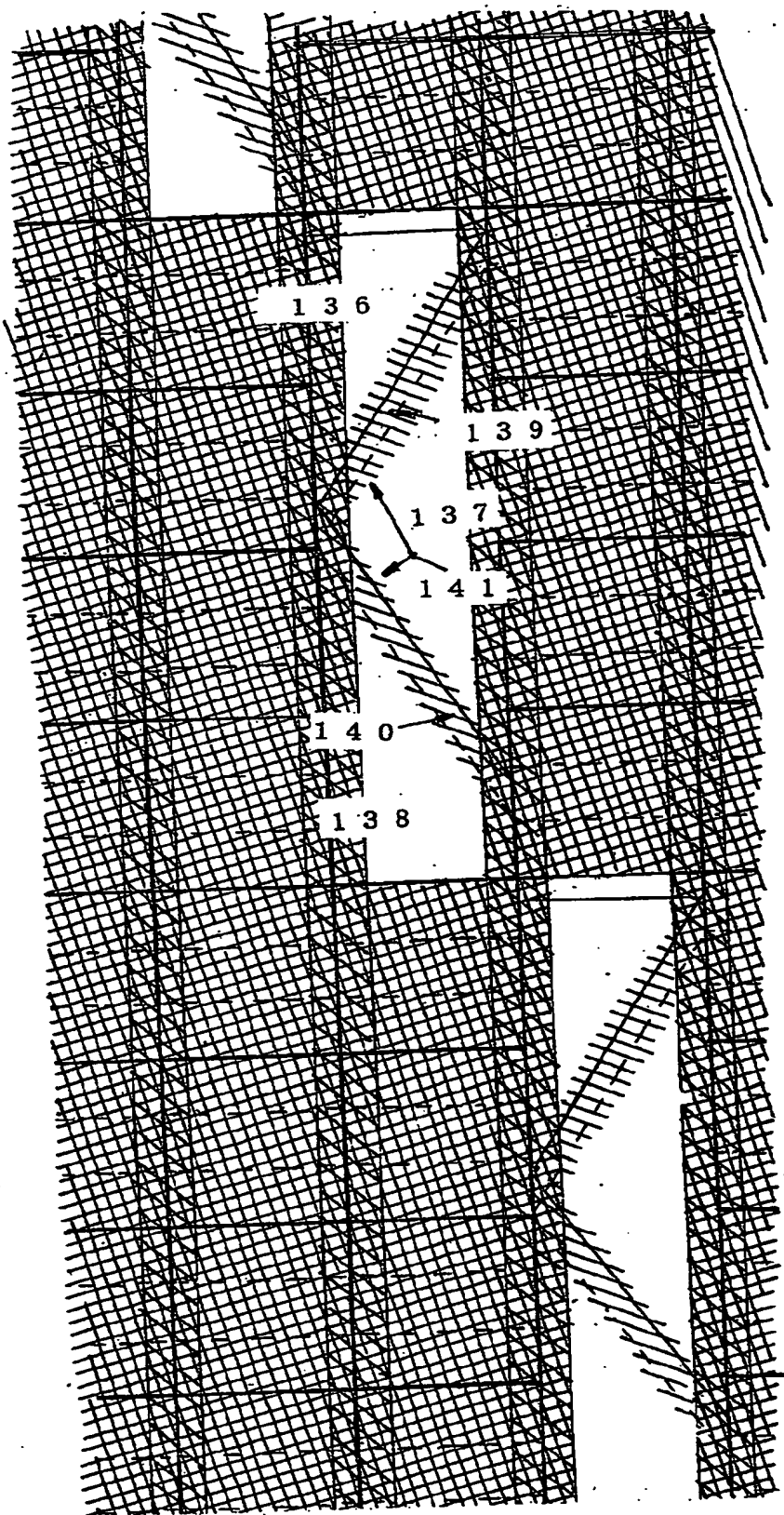
【図 2 0】



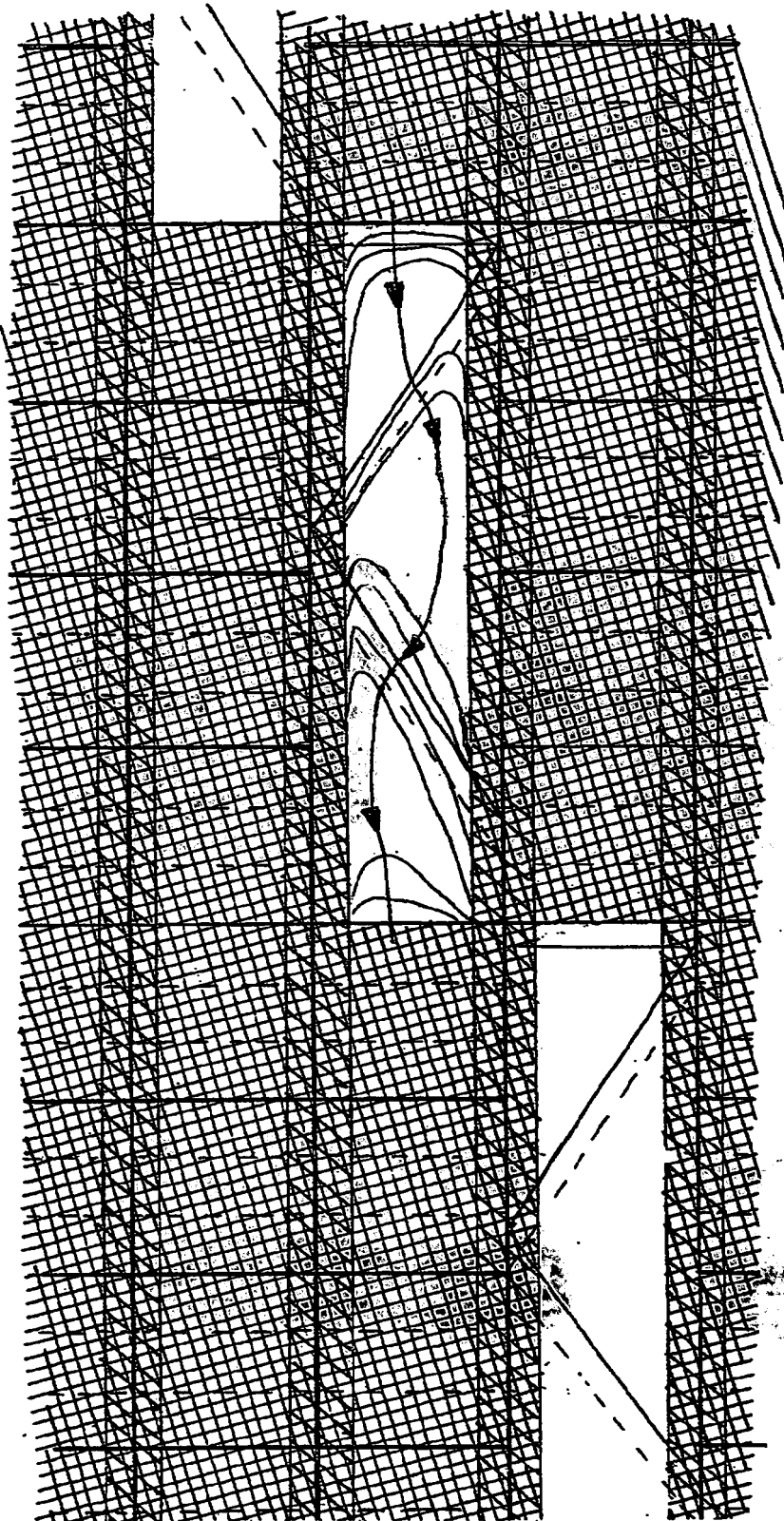
【図 21】



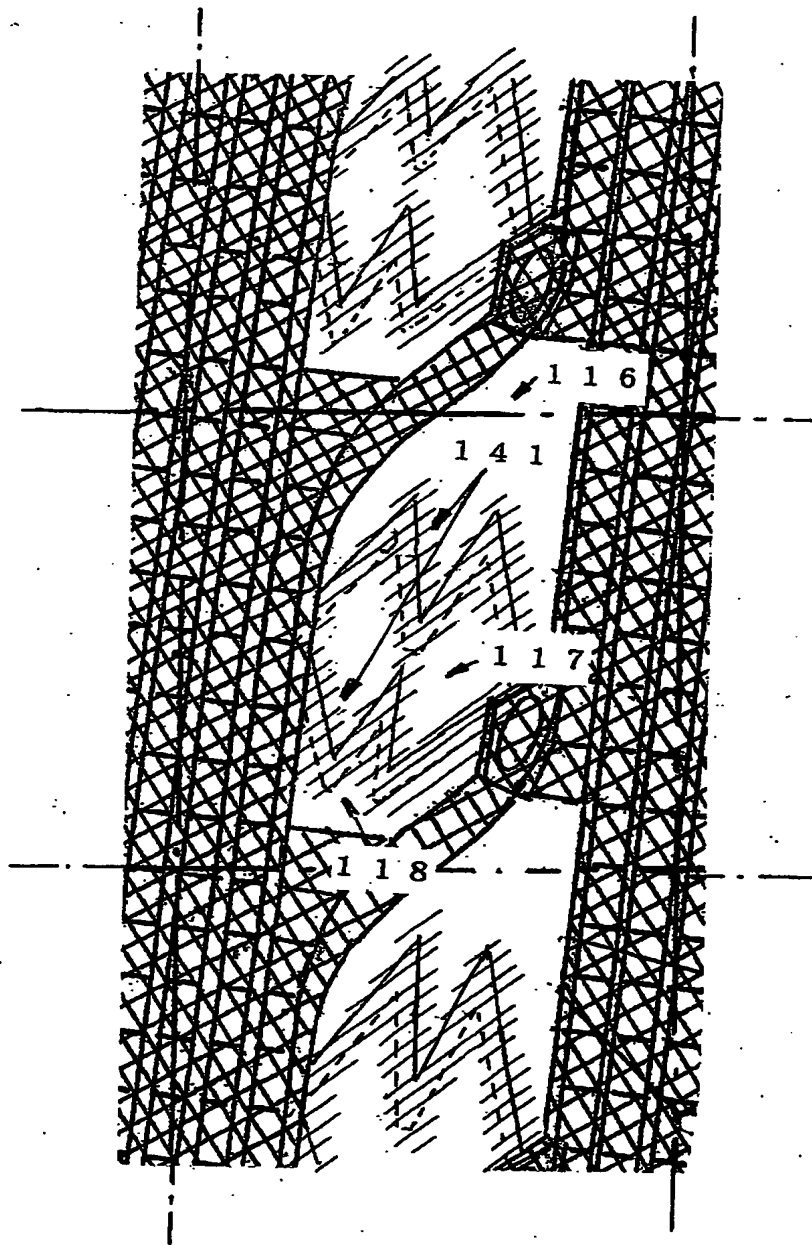
【図 23】



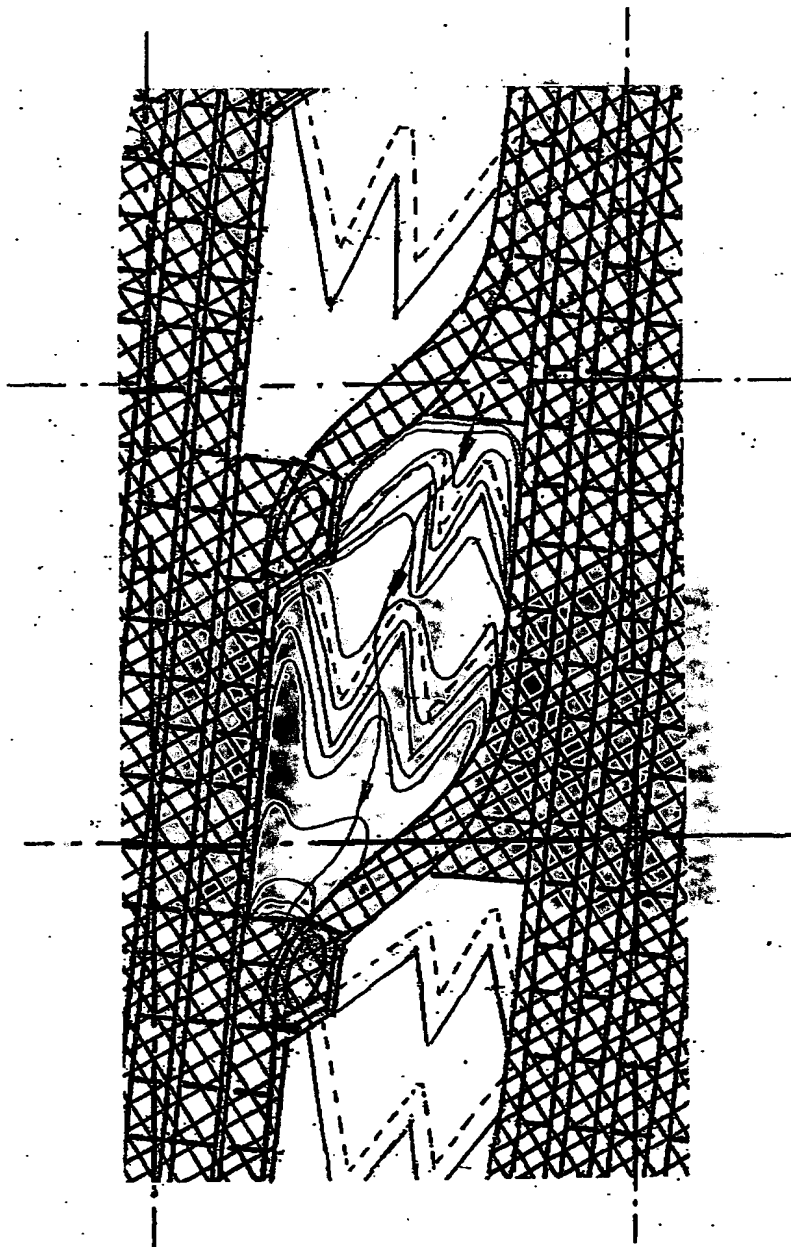
【図 24】



【図 25】



【図 2 6】



【書類名】 要約書

【要約】

画素周辺記録型の超高速連続撮影用撮像素子である。フレームトランスファー CCD 型撮像素子の受光面を遮光層で覆い、遮光層に開けた窓で生じた画像情報（電荷）を高速で遮光部に転送することにより、簡単な構造の高速連続撮影用撮像素子を提供する。このとき窓の転送電極のサイズを遮光部のそれより大きくすることにより、転送速度（撮影速度）を落とすことなく開口率を上げる。また電極形状を変えることにより、電極の大型化に伴う電界フリンジ効果の減少を補う。

【選択図】 図 2 1

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [591128888]

1. 変更年月日 1991年 6月13日

[変更理由] 新規登録

住 所 大阪府箕面市栗生間谷東7丁目21番2号

氏 名 江藤 剛治

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☒ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.

THIS PAGE BLANK (USPTO)